

発明の背景

発明の技術分野

本発明は、半導体ウエハ、フォトマスクまたはハードディスク等の被処理物を極めて清浄度の高い雰囲気下で保管または搬送するのに使用して最適な基板搬送容器（ポッド）の構造、性能及びその運用方法に関する。特に、半導体製造プロセスにおける基板搬送容器（ポッド）の管理運用方法に関する。

関連技術の記載

半導体素子の微細化が進むにつれて、より高度な清浄空間が必要になることが予測されている。例えば、パターン欠陥や配線短絡の原因になる粒子状汚染物質の管理対象粒径は、 $0.1\mu\text{m}$ 以下になることが予測されている。更に、粒子状汚染物質に加えてガス状汚染物質の低減も必要になってきている。各種炭化水素分子は、半導体ウエハに吸着することにより、ゲート酸化膜の耐圧不良や成膜後の膜厚のバラツキを引き起こし、塩基性ガスは化学増幅型レジストと反応して解像度を劣化させ、酸性ガスは配線コーロージョンの原因になる。

それに加えて近年では水分（湿気）も低減対象物質になってきている。これは、デバイス構造の微細化に伴い配線材料や成膜材料が多様化して、環境中の水分が上記材料と結合して不具合を引き起こす場合があるからである。一方、微細化とは別に、半導体ウエハの大口径化と処理の自動化も進んでいく。半導体製造ラインの自動化は、汚染源である人と基板を隔離する必要があることと、半導体ウエハの大口径化によって搬送容器の重量が 10kg 程度になり、人による取り扱いが困難になるためである。

従来、半導体チップの高集積化・高速化に伴い、半導体チップ内の素子を結ぶ配線の材料は、アルミ配線が使われていた。しかしながら、線幅が $0.13\mu\text{m}$ 以下になると、従来のアルミを用いた場合、発熱の問題、信

号遅延の問題が顕著となるため、アルミ配線の代りに、アルミよりも電気抵抗の低い銅配線が使われようとしている。

又、配線間を絶縁する絶縁材料として従来 SiO_2 が使われていた。しかしながら、 SiO_2 は比誘電率が約 4 と高く、単に配線材料をアルミから銅に代えても、信号遅延の問題は 20% 位の改善にしかならないため、絶縁膜の材料として、比誘電率が 3 以下の低誘電率材料を使う必要性がでてきている。

これに先立ち線幅 0.18 μm レベルのプロセス検討段階から銅配線及び低誘電率材料の検討が始まっている。低誘電率絶縁膜の材料としては、有機材料や多孔質材料を使うため、空気中の水分を吸湿して、誘電率が上昇してしまうなど、その取り扱いとは異なり、とても難しい。

又、配線材料の銅も、従来使われてきたアルミと異なり、空気中の酸素と結合して、酸化膜を発生しやすい。又、銅分子がアルミ分子と比べて非常に活性化ため、銅を含んだ粒子や蒸気自体がクリーンルーム内に放出されると、クリーンルームを汚染し、半導体チップの歩留まりを著しく低下させてしまう。又、シリコン表面の有機汚染は、ゲート酸化膜の信頼性低下、減圧 CVD におけるインキュベーションタイムの長期化や異常膜成長を引き起こすことは以前から知られている。今後新たに低誘電率絶縁膜として優れた材料が発見されても、その材料表面が環境の有機物、イオン等の不純物の影響を受けやすいために採用できない場合もでてくるであろう。逆に環境を制御してやることにより、今まで使えなかった材料までも絶縁膜として使える可能性も出てくる。又、半導体ウエハ上に塗布されたレジストは、アンモニアが存在すると、現像後のレジストの頂部がその底部と比べ幅が広がる、いわゆる“T-トップ”現象が発生する。

発明の要旨

本発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、銅配線と誘電率が 3 以

下のいわゆる低誘電率絶縁膜を組合せた半導体チップ製造工程等に用いて好適な基板搬送容器、及びその運用方法を提供することを目的とする。また、線幅が微細化していくと作業から発生する微量のアンモニアや有機物、そして作業服から発生するパーティクル状汚染物質による基板の汚染が深刻になってくる。また今後、半導体製品の需要の多様化により、DRAMやMPUのような少品種大量生産する製品よりもシステムLSIのような多品種少量生産する製品が占める割合が増えていくことが予想されている。このため、半導体処理プロセスを容易に且つ、迅速に組替えることが可能な設備が必要になってくる。本発明は自動化された半導体製造工場において、多品種少量生産する半導体チップも含めた半導体デバイスの製造等に用いて好適な基板搬送容器、及びその運用方法を提供することを目的とする。

本発明は、上記問題を解決するために、銅配線と誘電率3以下の低誘電率絶縁膜を用いた半導体チップの製造工程において、例えばシリコンウエハ表面に低誘電率絶縁膜、レジスト膜、又は銅膜が形成されている基板を、基板搬送容器に入れて、装置間で搬送したり、保管するときに、少なくともその基板搬送容器内の空気に含まれる湿気を、一定値以下に制限したり、少なくともアンモニアの濃度を一定値以下に制限したり、更に銅膜が基板搬送容器内の空気に曝露される場合、少なくとも、湿気、もしくは酸素量を制限し、銅配線の誘電率3以下の低誘電率絶縁膜を用いた半導体チップの配線形成工程で発生する種々の問題を解決することができるものである。特に、環境気体中の粒子濃度、湿度、有機物濃度、イオン性ガス濃度を少なくとも1つ一定値以下に維持する基板搬送容器の構成を提供する。更に、自動化運転された半導体製造工場において、合理的に効率よく運用するための方法を提供する。

図面の簡単な説明

図1は、クリーンルームの各種形態を示す図である。

図 2 は、本発明の基板搬送容器の用途に好適な半導体素子の配線工程を示すブロック図である。

図 3 は、本発明の一実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 4 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 5 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 6 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 7 は、基板搬送容器を AGV に搭載して非接触で給電する実施例を示した図である。

図 8 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 9 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 10 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 11 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 12 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 13 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 14 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 15 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 16 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 17 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 18 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 19 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 20 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 21 は、基板搬送容器内の各種気流の流れを示す図である。

図 22 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 23 A 及び図 23 B は、それぞれ電気端子のスプリングによる接続を示した図である。

図 24 は、基板搬送装置への非接触の給電例を示す図である。

図 25 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 26 は、本発明の他の実施例の基板搬送容器の縦断面図である。

図 2 7 A は、基板搬送容器の角形を示す断面図であり、図 2 7 B は、基板搬送容器の丸形を示す断面図である。

図 2 8 は、給電・除電構造を示す図である。

図 2 9 は、ドアを容器本体に固定する各種方式を示した図である。

図 3 0 は、ラッチ機構の構成例を示す図である。

図 3 1 は、ウェハの支持構造を示した図である。

図 3 2 は、容器本体と給電装置との接続を示す図である。

図 3 3 は、容器本体と蓋とのシール構造を示す図である。

図 3 4 は、容器に演算処理ユニットを付着した例を示す図である。

図 3 5 は、ひだおり濾材を用いたフィルタの構造を示す図である。

図 3 6 は、波型断面形状のセパレータを用いたフィルタの構造を示す図である。

図 3 7 は、平膜構造フィルタを示す図である。

図 3 8 は、フィルタのユニット構成例を示す図である。

図 3 9 は、複合タイプのフィルタユニットを示す図である。

図 4 0 は、ケミカルフィルタの構成例を示す図である。

図 4 1 は、2 枚のシート間に吸着材を備えたフィルタの構成例を示す図である。

図 4 2 は、ケミカルフィルタの構成例を示す図である。

図 4 3 は、ケミカルフィルタの他の構成例を示す図である。

図 4 4 は、ケミカルフィルタの更に他の構成例を示す図である。

図 4 5 は、ケミカルフィルタの更に他の構成例を示す図である。

図 4 6 は、ガス状不純物除去フィルタの使用構成例を示す図であり、図 4 6 A は、フィルタを外枠に直接取り付け付けた図であり、図 4 6 B は、フィルタを外枠に間接的に取り付け付けた図であり、図 4 6 C は、突起物を介しフィルタを外枠に取り付けた図である。(A) は、図 4 6 B の A 矢視図であり、(B) は、図 4 6 B の B 矢視図である。

図 4 7 は、固体高分子電解質膜による除湿原理を示す図である。

図 4 8 は、固体高分子電解質膜による除湿器の分解図である。

図 4 9 は、固体高分子電解質膜による他の除湿器の分解図である。

図 5 0 は、固体高分子電解質膜による更に他の除湿器の分解図である。

図 5 1 は、ファンモータの構成例を示す断面図である。

図 5 2 は、図 5 1 の回転軸周辺部を示す拡大断面図である。

図 5 3 は、熱対流による容器内の気流の生成を示す図である。

図 5 4 は、容器内への乾燥ガスの供給を示す図である。

図 5 5 は、本発明の実施形態の基板搬送容器の上面図である。

図 5 6 は、図 5 5 の容器の立面図である。

図 5 7 A 及び図 5 7 B は、それぞれ空気清浄化装置を備えた基板搬送容器の上面図及び縦断面図である。

図 5 8 A は、基板搬送容器の上面図であり、図 5 8 B は、基板搬送容器の縦断面図である。

図 5 9 A は、基板搬送容器の給電装置の上面図であり、図 5 9 B は、基板搬送容器の底面図である。

図 6 0 は、基板搬送容器内における半導体ウエハの各種の除電方式を示す図である。

図 6 1 は、基板搬送容器の上面図である。

図 6 2 は、基板搬送容器の縦断面図である。

図 6 3 は、基板搬送容器の底面図である。

図 6 4 は、基板搬送容器の上面図である。

図 6 5 は、基板搬送容器の縦断面図である。

図 6 6 は、基板搬送容器の底面図である。

図 6 7 は、除湿性能（寿命）比較を示す図である。

図 6 8 は、基板搬送容器を装置に装着した状態を示す図である。

図 6 9 は、基板搬送容器を装置に装着して基板を移送する状態を示す図である。

図 7 0 A は、基板搬送容器のは上面図であり、図 7 0 B は、縦断面図で

ある。

図 7 1 A は、基板搬送容器の上面図であり、図 7 1 B は、縦断面図である。

図 7 2 は、基板搬送容器を装置に装着した状態を示す図である。

図 7 3 は、図 7 2 の動作例を示す図である。

図 7 4 は、除湿装置におけるファンの運転状態と除湿特性を示す図であり、○はファン停止を示し、*はファンの間欠運転を示し、◆はファンの連続運転をそれぞれ示している。

図 7 5 は、除湿ユニットの運転台数と除湿特性を示す図であり、○は除湿ユニット 2 台運転を示し、*は除湿ユニット 2 台運転と 1 台運転の併用を示し、◆は除湿ユニット 1 台運転をそれぞれ示している。

図 7 6 は、半導体製造前工程を示すフロー図である。

図 7 7 は、フィルタ及び嫌湿部品を着脱可能とした基板搬送容器を示す図である。

図 7 8 は、図 7 7 の変形例を示す図である。

図 7 9 は、基板搬送容器の給電部の構成を示す図であり、図 7 9 A は正面図であり、図 7 9 B は底面図である。

図 8 0 は、給電装置の構成を示す図であり、図 8 0 A は縦断面図であり、図 8 0 B は上面図である。

図 8 1 は、他の給電装置の構成を示す図であり、図 8 1 A は縦断面図であり、図 8 1 B は上面図である。

図 8 2 は、基板搬送容器が給電装置に着座した状態を示す図である。

図 8 3 は、他の基板搬送容器が給電装置に着座した状態を示す図である。

図 8 4 は、基板搬送容器の分解斜視図である。

図 8 5 は、基板搬送容器側の制御部を示すブロック図である。

図 8 6 は、給電器側の制御部を示すブロック図である。

図 8 7 A は、基板搬送容器の搬送状態、図 8 7 B は、基板搬送容器の装置着座、図 8 7 C は、基板搬送容器のドア下降を示す図である。

図 8 8 は、図 8 7 の変形例を示す図である。

図 8 9 は、図 8 7 の他の変形例を示す図である。

図 9 0 は、図 8 7 の更に他の変形例を示す図である。

図 9 1 は、基板搬送容器が給電装置に着座した状態を示す図である。

図 9 2 は、基板搬送容器が O H T により移送され、給電を受ける状態を示す図である。

図 9 3 は、図 9 2 における天井搬送装置部分の拡大図である。

図 9 4 は、基板搬送容器の情報管理システムを示す図である。

図 9 5 は、図 9 4 における容器側に取り付けた情報保持装置の説明図である。

図 9 6 は、洗浄時期及びフィルタ交換時期の管理システムを示す図である。

図 9 7 は、基板搬送容器の断面図であり、気体取入口及び吐出口近傍にフィルタを配置している。

図 9 8 は、基板搬送容器の断面図であり、半径方向に気流を噴出する円筒状粒子除去フィルタ（5 c）を配置している。

図 9 9 は、図 9 8 に示す、円筒状粒子除去フィルタ（5 c）の拡大図と、その A-A 断面図および B 部拡大図である。

図 1 0 0 は、充電時間の設定に関するブロック図である。

図 1 0 1 は、基板搬送容器のネットワーク管理の概念を示す図である。

好ましい実施例の詳細な説明

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照しながら説明する。

先ず、自動化の必要性和クリーンルームについて説明する。作業による人為的なミスや、作業から発生する微量のアンモニアや有機物による半導体ウェハ等の基板の汚染を防止するには、基板の取り扱い空間から作業者を遠ざけることが有効であり、その手段として自動化設備の導入がある。この自動化設備に対応した基板搬送容器は、例えば S M I F (Standard

Mechanical InterFace) 容器 (Pod) やFOUP (Front Opening Unified Pod) があり、この搬送容器を所定の位置に位置決めし、外部からドアを開閉するためのドアオープナや、自動搬送するための搬送装置と合わせて使用する。SMIF 容器 (Pod) やFOUP は密閉容器であり、容器外の清浄度、即ちクリーンルームの清浄度を緩くすることができる。これにより、設備費用や運転費用を低減できる。

クリーンルームを空気の流れによって分類すると、一方向流型クリーンルーム、非一方向流型クリーンルーム、混流型クリーンルームに分けられる。一方向流型クリーンルームの空気の流れを図1Aに示す。この方式は、天井又は一つの壁の前面からULPAフィルタ635等を通った清浄空気が吹き出し、フィルタに対向した床又は壁631から流出し、循環ライン632及び送風装置633を通して換気するクリーンルームである。この方式は、部屋全体を高い清浄環境にでき、仕切り壁を少なくできる反面、最もコストのかかるクリーンルームである。非一方向流型クリーンルームの空気の流れを図1Bに示す。この方式は、天井又は一つの壁の一部からULPAフィルタ635等を通った清浄空気が吹き出し、室内が清浄空気で希釈され、排気口634から排出される。この方式は、例えばJIS B 9920で定義されるクラス6 (Federal Standard 209Dのクラス1000に相当) より緩い清浄度のクリーンルームに用いられる。高い清浄度に出来ない反面、仕切り壁を少なくでき、設備費用及び運転費用ともに安価なクリーンルームである。仕切り壁を少なく出来るため、生産ラインの組替えなどが比較的簡単に行なえる利点がある。この方式は、主に基板を容器内に収納して取り扱うミニエンバイロメント方式の半導体製造工場に最適である。図1Cに示す混流型クリーンルームは前記一方向流型クリーンルームと非一方向流型クリーンルームが混在する形式のクリーンルームである。例えば、半導体製造装置と通路を含む生産ラインは一方向流型クリーンルームにして高い清浄空間にし、サービスエリアなどは清浄度の緩い非一方向流型クリーンルームにして設備費用及び運転費用を低減した方式である。仕

切り壁 6 3 6 が必要になるため、生産ラインの組替えが困難という欠点を持つ。この方式は、主に基板をそのままの状態を取り扱うオープンカセット方式の半導体製造工場に適している。

図 2 は、銅配線と低誘電率絶縁膜を用いた半導体チップの配線形成工程例を示す。図 2 に示すように、半導体素子を形成した半導体基板 6 1 上の導電層の上に有機膜あるいは多孔質膜からなる絶縁膜 6 2 を CVD（化学蒸着装置）あるいはコータにより堆積する（ステップ A）。次に、プラグ膜等を必要に応じて形成した後に、コータによりその上にレジスト 6 3 を塗布し、乾燥させる（ステップ B）。その次に、ステッパにより露光させた後（ステップ C）、現像してレジストのパターン 6 4 を絶縁膜 6 2 上に形成させる（ステップ D）。次に、エッチングにより絶縁膜 6 2 に、コンタクトホールと配線用の溝 6 5 を形成し（ステップ E）、レジストを除去した後に、その上に TaN 等からなるバリア層、更にその上に電解めっきの給電層として銅シード層 6 6 を形成する（ステップ F）。

そして、半導体基板 6 1 の表面に銅めっきを施すことで、絶縁膜 6 2 のコンタクトホール及び溝の内部に銅を充填させるとともに、絶縁膜上に銅層 6 7 を堆積させる（ステップ G）。その後アニールを行った後に（ステップ H）、化学的機械的研磨（CMP）により、絶縁膜上の銅層を除去して、コンタクトホールおよび配線用の溝に充填させた銅層 6 7 の表面と絶縁膜の表面とをほぼ同一平面にする（ステップ I）。この工程を配線層分繰返すことで、6～8 層といった多層配線が形成される。

低誘電率絶縁膜が空気に曝露している場合、空気中の絶対湿度は $4 \times 10^{-3} \text{ g/g}$ （25℃での相対湿度で 20%）以下、更に好ましくは $1 \times 10^{-3} \text{ g/g}$ （25℃での相対湿度で 5%）以下が望ましい。

銅膜が空気に曝露している場合、空気中の絶対湿度は $4 \times 10^{-3} \text{ g/g}$ （25℃での相対湿度で 20%）以下、更に好ましくは $1 \times 10^{-3} \text{ g/g}$ （25℃での相対湿度で 5%）以下が望ましい。さらに沸点 80℃以上の有機物濃度は、 $1 \mu\text{g/m}^3$ 以下、望ましくは $0.5 \mu\text{g/m}^3$ 以下が望ま

しい。酸素濃度は、10000ppm以下であることが好ましく、1000ppm以下であることが更に好ましい。

レジスト膜が空気に曝露している場合、少なくとも塩基性ガス濃度は、 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下、好ましくは $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下が望ましい。

又、湿度が低い場合、静電気が発生しやすくなり、その静電気によりFET、コンデンサ等の素子が破壊されるおそれがあるので、各半導体ウエハに、アースをとるのが望ましい。アースのとり方としては、導電性のウエハキャリアを用いるか、又はウエハキャリアに金属端子を用い各半導体ウエハにアースをとるか、又はウエハキャリア自身に導電性の材料を用いてもよい。

次に、本発明の実施の形態の基板搬送容器について説明する。先ず、自動化に対応した基板搬送容器の一般的な機能について説明する。例えば、半導体ウエハを複数枚収納するための基板搬送容器は、少なくとも次の部品から構成されている。

- ①四角形の逆コップ形状をした容器本体、
- ②容器本体と係合し、外部から開閉するための機構を内蔵したドア、
- ③基板を所定の間隔で保持するための保持手段、
- ④ウエハの振動を防止するためのリテーナ、
- ⑤容器を取り扱うための把持手段。

容器本体は、一般的に内部の収納物が確認できるような透明材料又は不透明材料に一部透明材料を使用した高分子材料で造られている。ドアには外部から開閉用のラッチピン等をガイドするための位置決め孔が設けられており、更に外部からの開閉用ラッチピンの動作と連動して施錠及び開錠する機構を内蔵している。このラッチ機能は、機械的な駆動により動作するものや、真空又は圧縮空気、更に磁石による固定の補助をしたものが製品化されている。把持手段は、容器天井部や側壁部に配置されており、ロボットが掴むための位置決めノッチを有するフランジ形状をしたものや、人が握って取り扱える形状をしたものがある。本発明の実施の形態におけ

る、前記自動化対応容器としての基本要件は、機能を満たすものであればいずれの方法を採用しても良い。

図3に、本実施例の半導体ウエハを搬送する基板搬送容器を示す。更に、ウエハのID、履歴、ステータスを各パッチごとに管理するために、基板搬送容器にメモリチップを搭載させて、プロセスデータを管理させてもよい。容器は箱体1と蓋体2から構成され、それらは例えば止め具、ラッチ機構などで固定され、外環境からの汚染を遮断する。

複数のシリコンウエハWは、ウエハキャリア4に収納され、それが基板搬送容器1の内部に収納されている。その基板搬送容器1の内部にはガス状汚染物質捕捉メディア6と除湿剤8が配置されている。ガス状汚染物質捕捉メディア6としては、イオン交換不織布や活性炭素繊維、ゼオライト等が用いられ、基板搬送容器内の例えば炭化水素やアンモニア等のガス状汚染物質を除去する。除湿剤8としては例えばシリカゲルが用いられ、基板搬送容器内の水分を除去する。これらは、ガス状汚染物質捕捉効率、除湿効率を高めるために、表面積をなるべく多くとることが望ましい。フィルタ形状として、波形又はひだおり等が望ましい。イオン交換不織布又は活性炭素繊維の面積は、その基板搬送容器内部の表面積の10%以上、好ましくは20%以上を持つことが望ましい。除湿材は、交換頻度削減のため、除湿したい空間容積1L（リットル）当たり、0.1g以上0.4g以下、好ましくは0.5g以上3g以下の吸湿容量を持つものが望ましい。

図4は、基板搬送容器の変形実施例である。ガス状汚染物質捕捉メディア6および除湿剤8から発塵するおそれがあるので、半導体ウエハの粒子汚染を防ぐために、ガス状汚染物質捕捉メディア6及び除湿剤8の周囲を、HEPAフィルタ、ULPAフィルタ等の粒子除去フィルタ5で覆うことにより、半導体ウエハWへ粒子が付着するのを防ぐものである。

図5は、基板搬送容器1の内部の空気をモータ7bで駆動されるファン7aにより強制的に循環させて、除湿剤又は除湿剤8、ガス状汚染物質捕捉メディア6、粒子除去フィルタ5によって積極的に不純物を除去するよ

うにしたものである。なお、粒子汚染が問題にならない場合は、粒子除去フィルタ5を省いてもよい。

基板搬送容器1の外部に、外部から電源を供給するための端子19を備え、ファンモータ及び／又は除湿器を駆動するための電源を外部から供給してもよい。その端子表面は、クリーンルームの金属汚染を防ぐために、表面を金メッキされているものが望ましい。なお、図98、99に示すように、粒子フィルタ5は、円筒状のフィルタであり、半径方向に気流を噴き出すものを用いてもよい。本例は粒子フィルタの例を示すが、ケミカルフィルタをこのように構成してもよい。

更に外部から給電する場合、基板搬送容器の存在と給電の要否を確認し、又は外部電源コネクタと、基板搬送容器の電源供給端子が接続されていることを確認してから電源を供給することが望ましい。クリーンルームで 사용되는ので、電気端子間でスパークすると、金属微粒子が発生してクリーンルームを汚染するからである。

更に、図6に示すように基板搬送容器1に電池9を搭載してもよい。又、充電端子を基板搬送容器に設けておき、外部電源から電気を供給して充電又は給電できるようにしてもよい。

図5または図6に示す容器の場合、図7に示すように、例えば無人搬送車10の上に基板搬送容器1が置かれてプロセス装置11間を基板搬送容器が搬送されている間、無人搬送車10に搭載されたバッテリー又は図示しない外部電源から給電される電気の一部から基板搬送容器1内部のファンモータ7に給電されて、基板搬送容器内部の空気が循環される。又、更にプロセス装置11に基板搬送容器1が置かれて待機している場合はプロセス装置11から給電してもよい。例えば、プロセス装置に備えられたバッテリー又は図示しない外部電源から給電される電気の一部を使用する。充電においても同様である。

更に図8及び図9に示すように、ファンモータ7の停止時にファンモータからの発塵が問題になる場合は、ファンモータ7の上流側に粒子除去フ

フィルタ５を配置してもよい。

又、ファンモータ７からの発塵だけでなく、ガス状汚染物の発生も問題になる場合には、ファンモータ７の上流側にケミカルフィルタ６を配置してもよい。又、ファンモータからの水分発生が問題になる場合は、ファンモータ７の後流側に除湿剤８を配すればよい。これらは単独でも、組合せてもよい。

又、図９に示すように、基板搬送容器内部には、フィルタ５、６を収納したダクト１２を設けてもよい。更に、図１０に示すように基板搬送容器内部へ空気を送気するための送気孔２１と、基板搬送容器内の空気を外部へ排気する排気孔２２を設けてもよい。このような基板搬送容器１は、図１１に示すようにプロセス装置または無人搬送車（ＡＧＶ）内の環境と接続される。この送気孔２１及び排気孔２２には逆流防止機構を有し、送気時以外は密閉状態になる。プロセス装置１１又はＡＧＶの方にモータファン７を設け、基板搬送容器内部の空気がフィルタダクト１２を通して、循環するようにしてもよい。モータファン７はプロセス装置１１又はＡＧＶ１０に備えられたバッテリー９、又は図示しない外部電源から給電される電気の一部を使用する。更には図１２に示すように基板搬送容器１には、送気孔２１と排気孔２２のみをつけて、ファンモータ、フィルタダクト類は、図１３に示すように、プロセス装置１１又は搬送装置１０または保管庫に設けて、基板搬送容器１内部の空気を循環させてもよい。

更に、図１４及び図１５に示すように、プロセス装置１１又は搬送装置１０または保管庫は、クリーンルーム内の空気を吸気し、ファン７によって、基板搬送容器１に送気し、基板搬送容器１の排気孔２２は開放して、クリーンルームや装置内の排気ダクトに排気してもよい。なお、モータファン７の上流のフィルタ５、６、及び除湿剤８は省略してもよい。

又、図１６及び図１７に示すように、フィルタユニットを基板搬送容器１の外において、基板搬送容器１に開口した送気孔２１と排気孔２２を介して、基板搬送容器内部の空気をフィルタ５、６及び除湿剤８を通して循

環させてもよい。フィルタユニット5, 6, 7, 8が基板搬送容器の外にあるので、内部の洗浄が容易であり、又、フィルタ交換が簡単に出来る。

基板搬送容器1の内部には、空気流れが送気孔21と排気孔22間でショートパスして、ウエハWに行かなくなることを防止するために、図18に示すように整流板23をつけてもよい。整流板23の空気流の開口率は空気送気孔21から離れるに従い開口率が上がる。これによりウエハ積層方向に対して均一な気体の流れを形成する。特に粒子径 $0.1\mu\text{m}$ 以下の粒子は、重力による移動よりもブラウン運動による移動が上回る。例えば $0.1\mu\text{m}$ の粒子の場合、ブラウン運動による1秒間当たりの移動量は $3 \times 10^{-3}\text{cm}$ 、重力による1秒間当たりの沈降距離は $9 \times 10^{-5}\text{cm}$ である。従って、ウエハ間を流れる空気の平均速度は、少なくとも、 0.3cm/s 以上 30cm/s 以下、好ましくは 1cm/s 以上 10cm/s 以下の速度にすることが望ましい。

又、粒子は、重力により下に沈むので、図19に示すように送気孔21を基板搬送容器1内の上部に、排気孔22を基板搬送容器1内の下部に付けるか、あるいは、図20に示すように基板搬送容器1内の下部の空気を吸引するように気体の流れを形成することが望ましい。

図97は、粒子フィルタ5およびケミカルフィルタ6を容器1の取入口近傍に配置した例を示す。この場合には、フィルタ5, 6は容器1の後流側および前流側に配置されている。なお、フィルタ5, 6は前流側または後流側のいずれか一方でも構わない。

図21に、基板を入れた場合の基板搬送容器内の気体の流れの各種具体例を説明する。容器1内の気体の流れは、ファン7から送られた気体がケミカルフィルタ（ガス状汚染物捕捉フィルタ）6、ULPAフィルタ5を通り、最も清浄な気体がウエハWへ供給される。ウエハWを通過後、容器1の内壁面に沿って再びファンモータ7に戻る。容器1の内壁面は、容器の上下左右面のうち少なくとも1面を示す。ボックスドア開口部は、どこに設けてもよい。自動化対応基板搬送容器に対しては、ボックスドア開口

部は前面又は下面となる。

図 2 1 A は、ファン 7 からフィルタ 5、6、ウエハ W の間を通過した気体が、容器 1 の左右内壁面に沿ってファン 7 に戻る例を示している。図 2 1 B は、ファン 7 からフィルタ 5、6 およびウエハ W の間を通過した気体が、容器 1 の上下内壁面に沿ってファン 7 に戻る例を示している。図 2 1 C は、ファン 7 からフィルタ 5、6 およびウエハ W の間を通過した気体が、容器 1 の内壁面のすべての面に沿ってファン 7 に戻る例を示している。図 2 1 D は、ファン 7 からフィルタ 5、6 を通過した気体が、容器 1 の左右内壁面に沿って流れてからウエハ W に当たり、その間を通過してファン 7 に戻る例を示している。図 2 1 E は、ファン 7 からフィルタ 5、6 を通過した気体が、容器 1 の上下内壁面に沿って流れてからウエハ W に当たり、ファン 7 に戻る例を示している。図 2 1 F は、ファン 7 からフィルタ 5、6 を通過した気体が容器内壁面に沿って流れてファン 7 に戻る例を示している。この例においてはウエハ W に直接気体流れなくてもよい。いずれの気体の流れにおいても、基板搬送容器内に基板を収納後、再度取り出すまでの間、少なくとも 1 回望ましくは 3 回以上循環することが望ましく、収納する基板の要求する環境と基板を収納する前後の容器外環境の汚染度に応じて循環回数を増やせば良い。ファンの消費電力量に制限がない場合は気体の流れは常に循環するようにすることが最も望ましい。なお、ここでいう「収納する基板の要求する環境」とは各工程間の搬送環境として歩留まり悪化原因になる汚染物質、具体的には粒子状物質、イオン、ドーパント、有機物、水分をすべてもしくはいずれかを管理濃度以下に低減した環境を容器内に構築することを意味する。

この環境制御を行う基板搬送容器は、例えば半導体製造プロセスの工程内、工程間、工場内フロア間、工場間のいずれの間の搬送に用いてもよく、また搬送だけでなく保管の用途に用いてもよい。

又、基板搬送容器自体にバッテリーを持つ場合は、ファンの駆動を一定時間毎に行う間欠運転を行ってもよい。これにより、バッテリーの電流消費を

おさえられる。給電端子 19 の位置は、図 2 2 に示すように、基板搬送容器 1 の底部にある方が、基板搬送容器の重さで、装置側の電気端子と電気抵抗が小さく接続されるので望ましい。給電端子 19 は、少なくとも、装置側又は基板搬送容器側で、図 2 3 A に示すように、スプリング S で端子 19 を押し付けるか、又は、図 2 3 B に示すように、金属端子 19 自身がバネ作用を持つものが望ましい。

更に給電端子の端子表面は、受電側、給電側共に金めっきされているものが望ましい。供給電流は直流でもよいが、交流を用いて、図 2 4 に示すように、電磁誘導によって電流を、AGV 10 又はプロセス装置 11 から基板搬送容器 1 へ供給してもよい。その場合、端子表面には、金属表面が露出せず、金属どうしが接触しないので、発塵により、クリーンルームを金属汚染しないので好ましい。

又、図 2 5 に示すように、AGV 10 又はプロセス装置 11 の接続口と、基板搬送容器 1 の送気孔 2 1、排気孔 2 2 が接続されていないときは、基板搬送容器 1 の送気孔 2 1 と排気孔 2 2 をそれぞれ塞ぐ、シャッタ又は逆止弁 2 4 がついていることが好ましい。

又、図 2 6 に示すように、基板搬送容器 1 の送気孔 2 1 と排気孔 2 2 は、基板搬送容器 1 の下部へ向いて設けられており、AGV 10 又はプロセス装置 11 の送気孔 2 1 a 又は排気孔 2 2 a と、シール 2 5 を介して気密に接続されることが好ましい。シールは、基板搬送容器側に付いていても、AGV 又はプロセス装置側に付いていてもよい。

前記送気孔、排気孔はドア 2 に設けてもよい。基板搬送容器の断面は、図 2 7 A に示すように四角形であっても、図 2 7 B に示すように円形であってもよいが、四角形である場合、汚染物質を洗浄するために、四隅の曲率 R は、好ましくは半径 10 mm 以上、より好ましくは、半径 20 mm 以上がよい。また、送気孔、排気孔には、粒子が混入することを防ぐためにメンブレンフィルタ等の予備フィルタを備えていることが好ましい。

半導体ウエハの容器内への保管で、最も困難なのは湿度の問題である。

0.4 ~ 1 × 10¹¹ Ω · cm の材料を静電気拡散性材料、1 × 10¹¹ Ω · cm 以上の材料を絶縁性材料として分類する。本発明では、表面抵抗率が 1 × 10¹⁰ Ω 以下、体積抵抗率が 1 × 10⁹ Ω · cm 以下、更に好ましくは表面抵抗率が 1 × 10⁸ Ω 以下、体積抵抗率が 1 × 10⁷ Ω · cm 以下が望ましい。更に、ガス状不純物捕捉素子として用いるイオン交換不織布や活性炭炭は、製造直後の状態で水を吸着しているので、予め脱水処理をして使用するのが好ましい。

気密性の高い容器内を乾燥ガス、即ち乾燥空気または水分を含まない不活性ガスと置換すると、置換直後は湿度は略 0 % の限界湿度まで低下する。しかしながら、この状態で乾燥ガスの供給を停止して放置しておく、容器内壁面の高分子材料が保持している水分が湿度勾配によって容器内部に拡散する。従って、乾燥ガスにより置換した容器内部の湿度は、時間の経過と共に増大する。一例として、乾燥ガスによる置換後に略 0 % の相対湿度が従来の市販 PC（ポリカーボネート）容器を使用した場合には、数時間後には 30 % 以上に上昇することを示している。吸水率 0.02 % のポリフェニレンスルフィド（PPS）を使用することで、乾燥ガスにより置換直後の略 0 % の相対湿度は数時間以上経過しても略 12 % 程度に留まり、顕著な湿度上昇抑制効果が確認された。これにより保管搬送時の容器内湿度が上昇することが防止できることは明らかである。尚、自然酸化膜の成長は暗所で保管することにより抑制効果があることが知られている。このため、容器本体を構成する材料は、光透過性材料よりも光遮断性材料を用いることが好ましい。

また、容器は金属板を用いてプレス加工で一体成型するようにしてもよい。前記光遮断性材料は、光遮断すべき波長が 1500 nm（近赤外）以下、好ましくは 750 nm（可視光）以下で、光の遮断は 10 ルックス以下、好ましくは 5 ルックス以下、より好ましくは 1 ルックス以下である。更に、容器材質を帯電するような材質にして、そこに容器内微粒子を吸着させ、ウェハへの微粒子の付着を防止してもよい。例えば、図 28 に示す

ように、更に容器に積極的に外部から給電・除電を行い、容器帯電時には容器内の微粒子を容器内壁に吸着させ、容器除電時には容器内壁に吸着した微粒子を除去する。容器は、給電・除電装置 30 に搭載されたときのみ容器 1 の給電・除電を行う。容器には給電・除電装置 30 と通電する給電・除電端子 39 を備える。

ドア 2 を容器 1 に固定するラッチ機構には、図 29 A 及び図 29 B に示すような機械的なラッチ機構 26 をドア内部に備えたもの、図 29 C に示すような容器とドアのシール面に磁石（電磁石） 30 を備えたもの、図 29 D に示すように容器とドアのシール面に真空チャック 40 を備えたもの等がある。真空チャックは真空源例えば真空ポンプ 32 から吸気能力を得る。又、容器内全体の圧力を負圧にする事によりドア 2 を容器 1 に取り付けてもよい。

図 29 D の好ましい実施例を図 29 E 及び図 29 F に示す。容器 1 は開閉可能なドア 2 を備え、ドアは容器との間で容器内密閉を保つためにシール材 54 を備える。シール材はドアの外枠に沿うように一体で成型される。シール材は、1 つでも複数でもよい。また、容器はドア 2 を閉じるための排気ダクト 53、その排気ダクトの一端を開閉するポート弁 52 を備える。排気ダクトのドア側端部には、容器のフランジに沿うような溝を形成する。搬送装置側ではインターフェース 50 を備え、インターフェースにつながるバルブ 51 を備える。

次に真空チャック方式の流れを説明する。図 29 E 及び図 29 F に示すように、容器からドアを開く方法は、ドア 2 が容器 1 を閉じた状態で、インターフェース 50 に載せる。バルブ 51 を開きインターフェースを真空排気する。バルブ 51 を閉じ、インターフェース部を真空状態にして、ポート弁 52 を開く。バルブ 51 を開き、インターフェースに大気を導入し、ドアを開ける。容器 1 のドア 2 を閉じる方法は、ドア 2 を容器 1 に何らかの手段で押し付けた状態として、ポート弁 52 が開いた状態でインターフェースを真空排気する。これにより、ドア 2 は容器 1 に密着してこれを閉

9を設けても良い。また、シール材との接触部に突起560を設けてより小さな圧接力で高い気密性を持つようにしても良い。シール材557にはフッ素系エラストマー、ポリエステル系エラストマー、ポリウレタン系エラストマーまたはポリオレフィン系エラストマーが好ましい。更に加熱処理するとシール材からの脱ガス防止効果が高まる。また、容器内の圧力を陽圧にして外部環境から汚染物質導入を防ぐ方法もある。陽圧環境は、常に、または定期的に作る。更に、図34に示すように、容器内識別用のバーコード558を容器1の外表面に備えても良い。

次に、粒子除去フィルタについて説明する。

粒子除去手段としてはエアフィルタを使用する方法が一般的である。JIS規格では、対象粒径と捕集効率等によって以下の4種類に大別している。

- ① 粗塵用エアフィルタ：主として $5\mu\text{m}$ より大きい粒子の除去に用いるエアフィルタ。
- ② 中性能エアフィルタ：主として $5\mu\text{m}$ より小さい粒子に対して中程度の粒子捕集効率を持つエアフィルタ。
- ③ HEPAフィルタ：定格風量で粒径が $0.3\mu\text{m}$ の粒子に対して99.97%以上の粒子捕集効率を持ち、かつ圧力損失が 245Pa 以下の性能を持つエアフィルタ。
- ④ ULPAフィルタ：定格風量で粒径が $0.1\mu\text{m}$ の粒子に対して99.9995%以上の粒子捕集効率を持ち、かつ圧力損失が 245Pa 以下の性能を持つエアフィルタ。

本発明の対象とする基板搬送容器のように高度な清浄空間を創る場合には、HEPAフィルタまたはULPAフィルタを用いるのが良い。ULPAフィルタは一般的にひだ折りした濾材に流路を確保するためのスペーサを設けた構造である。このULPAフィルタの圧力損失は、濾材の通気抵抗や濾材の折り込み量、流路の均一性等によって変わる。構造的にフィルタの開口面積が小さくなる場合は、奥行き寸法を大きくし、より多くの濾

材を充填してやることにより極力圧力損失が小さいフィルタを用いることが好ましい。濾材もガラス繊維、弗素樹脂等、種々製品化されており、どの濾材を用いても良いが、耐薬品性に優れ、発ガスが少なく、通気抵抗の小さい弗素系樹脂が好ましい。開口面積が大きくできる場合は、奥行き寸法を小さくし、限られた空間を有効に使用するのが良い。

A1又はSUS又は高分子材料で出来た枠材の内側にひだ折りしたHEPA又はULPA濾材を充填する。図35に示すように、このひだ折り濾材は、濾材100の山部にリボン101と呼ばれる仕切り材を持つ。リボンにより、一定間隔でひだ折りした濾材を配置し、濾材を通る空気の流れを確保している。このひだ折りした濾材100を外枠102に接着剤103で固定する。リボンの代わりに濾材にエンボス加工して流路を確保したり、リボンを無くしても良い。また、外枠が高分子材料の場合は、接着剤を用いずに、熱融着によって固定しても良い。

尚、図36に示すように、上記リボンの代わりに波型断面形状のセパレータ104を入れて製作しても良い。

また、濾材をひだ折りしないで、平膜で製作する構造としてもよい。例えば図37に示すように、円環状の内側支持材105と外側支持材106との間に濾材100を入れ、機械的に固定する平膜構造フィルタとしてもよい。係るフィルタによれば、通気抵抗が大きいため、ポンプなどの送気手段に適する。

粒子除去フィルタ濾材として、PTFE濾材、ガラス繊維、エレクトレット不織布、再生処理品がある。フィルタ構造としてはひだおり構造(ブリーツ、ミニブリーツ)、メンブレン(シート状)、コルゲート、中空系膜がある。

粒子除去フィルタの使用構造は、図38、39に示すように、フィルタ材100を外枠102で囲みユニット化する。捕捉した粒子状物質がフィルタから発散されないように粒子除去フィルタと外枠の間をシール部107でシールしなければならない。シール材には接着剤103を用いる方法

が一般的である。またフィルタ材 100 を外枠 102 に圧接することも可能である。接着剤にはウレタン系、エポキシ系などを使用する。更に外枠材料が高分子材料の場合は、フィルタ濾材を熱融着する方法もある。図 39 に示すように、粒子除去フィルタ 5、ガス状不純物除去フィルタ 6 共に別ユニットで構成する事によって、各々の寿命が来たときにそれぞれ交換が出来るので、フィルタの有効利用が出来る。また、粒子除去フィルタ 5 とガス状不純物除去フィルタ 6 の間にフィルタ外枠 102 を介して空間 S が出来るので、水分の伝達やフィルタ自体の圧損回避になる。

次に、ケミカルフィルタ（ガス状汚染物質除去フィルタ）6 について説明する。

ガス状不純物除去手段としては、除去対象物質に応じて種々選択することができる。塩基性ガス除去手段としては、強酸性、弱酸性カチオン交換不織布または繊維、あるいは強酸性、弱酸性カチオン交換ビーズで効率良く除去することができる。また、酸性薬液を添着した活性炭やセラミックでも除去できる。酸性ガスやボロン、リンの除去手段としては、強塩基性、弱塩基性アニオン交換不織布または繊維、あるいは強塩基性、弱塩基性カチオン交換ビーズで効率良く除去することができる。また、塩基性薬液を添着した活性炭やセラミックでも除去できる。有機物は、活性炭、活性炭素繊維、ゼオライト、モレキュラーシーブ、シリカゲル、多孔質セラミックで除去できる。オゾンは、粒状またはシート状の二酸化マンガンを担持または添着したメディアや活性炭などで除去できる。また、ペーパー状でイオン化した金属、例えば硫酸銅などは、イオン交換不織布やイオン交換ビーズで除去できる。吸着素材構成は除去対象物質とフィルタの許容寸法、形状、圧力損失などに応じて適宜選択することができる。

図 40 は、シート状吸着材をひだ折り加工したケミカルフィルタの例を示すものである。外枠材 102、シート状吸着剤 108、セパレータ 104、シール材 103 で構成される。外枠材 102 は A1 又は SUS 又は高分子材料である。シート状吸着剤としては、①イオン交換不織布又は繊維、

②活性炭素繊維、③粒状又は粉末状活性炭バインド不織布、④図 4 1 に示すように、シート状不織布 1 0 9 を 2 枚重ねて熱融着し、その隙間に粒状活性炭又はイオン交換樹脂等の吸着剤 1 1 0 を充填したもの、⑤活性炭素繊維などから脱落するゴミを捕捉するための不織布又は繊維等が使用できる。外枠と吸着剤の固定は、例えばウレタン系接着剤や、スポンジ状ガasket 材に圧接する方法が考えられる。

図 4 1 および図 4 2 に示すように、ケミカルフィルタは、外枠材 1 0 2、吸着剤 1 0 8 又は 1 1 0、支持材 1 1 1 で構成される。イオン交換不織布又は繊維又は吸着機能を持たない不織布又は繊維 1 0 8 と、粒状活性炭又はゼオライト又は粒状セラミック又は粒状単結晶シリコン又はイオン交換樹脂 1 1 0 を単独又は組み合わせて包む構造であり、粒状活性炭が膨らまないように支持材 1 1 1 で補強する。別な方法として、図 4 3 に示すように、ハニカム 1 1 2 又はコルゲートコア 1 1 3 の隙間に粒状活性炭又はゼオライト又は粒状セラミック又は粒状単結晶又はイオン交換樹脂 1 1 0 を単独又は組み合わせて充填し、不織布 1 0 9 と支持材 1 1 1 で包む構造でも良い。このハニカム又はコルゲートコアの材料は、吸着機能を持つものでも、持たないものでも良い。

他の構造として、図 4 4 に示すように一体成型された吸着剤 1 1 4 をイオン交換不織布又は繊維 1 0 8 又は吸着機能を持たない不織布又は繊維 1 0 9 で包んだ構造がある。吸着剤は、例えば三次元網目構造の発泡ウレタンに活性炭又は酸やアルカリを添着した活性炭或いはイオン交換樹脂又はゼオライトを接着したものや、粒状活性炭を接着剤などで乾式一体成型したものが使用できる。

繊維状又はペーパー状活性炭又はセラミックをコルゲート状 1 1 3 に加工したり、格子状 1 1 5 に加工したり、粉末活性炭をハニカム状 1 1 2 に成型したものをイオン交換不織布又は繊維又は吸着機能を持たない不織布又は繊維で包んだ吸着剤を外枠に収納した構造。又は上述の④の吸着剤を使ったハニカム構造 1 1 2 としてもよい（図 4 5 参照）。

ケミカルフィルタ（ガス状不純物除去フィルタ）の材料としては活性炭、活性炭素繊維、ゼオライト、シリカゲル、セラミック、イオン交換不織布、又は繊維、イオン交換樹脂、酸又はアルカリ添着活性炭、二酸化マンガン担持活性炭、金属触媒、光触媒がある。

フィルタ構造としては材料単体、または複数の材料を併用する事が出来る。複数の材料を使用する場合、例えば粒状活性炭とイオン交換不織布がある。イオン交換不織布が粒状または粉状活性炭をはさむようになる。イオン交換不織布はシート状、ひだおり状がある。またウレタン、発泡体、プラスチック、高分子材、金属などに担持させることもある。例えば、ウレタン担持粒状活性炭とウレタン担持イオン交換樹脂、ウレタン担持粒状活性炭とウレタン担持粒状添着活性炭などである。

更に、平板形、ロールコア形、w字形、円筒形、プレートフィン形、パイパス形、3次元骨格形がある。

図4 6 A乃至図4 6 Cに示すように、ガス状不純物除去フィルタの使用構造は、フィルタ材1 0 8を外枠1 0 2で囲みユニット化する。外枠1 0 2はステンレス、アルミなど金属や、プラスチックなどでも良い。フィルタ1 0 8の外枠への取り付け方法は、図4 6 Aに示すように直接的に、または図4 6 Bに示すように間接的に取り付ける。直接の場合フィルタ自体の弾性力を利用して外枠へ圧接する。例えばフィルタ1 0 8をひだおり状にしてその積層方向の弾性力で外枠1 0 2に圧接する（図4 6 AのA矢視図（A）参照）。間接的に取り付ける場合、ひだおり状の弾性材1 1 6 aをフィルタと外枠の間に介して取り付ける。また、例えばガasket（テフロン）等の弾性材1 1 6 bを取り付ける（図4 6 BのB矢視図（B）参照）。また、図4 6 Cに示すように、外枠内面に突起物1 1 7を設けフィルタを圧接する際に突起物1 1 7にシール作用を持たせる。

また、前記粒子除去フィルタとケミカルフィルタを一つの外枠に収納し、一体型複合膜フィルタにしても良い。あるいは、粒子除去濾材とシート状ケミカルフィルタ素材を同時にひだ折り状に折り込み一体化しても良い。

次に、除湿剤及び除湿器について説明する。空気中の水分を除去するには、例えばシリカゲル、ゼオライト（合成ゼオライト含む）、炭酸カルシウム、塩化カルシウム、塩化マグネシウム等のいずれかを主成分とした除湿材で除湿する方法がある。除湿材を使う場合は、シリカゲルのように加熱脱離して再利用できる除湿材で、カートリッジタイプで簡単に交換ができ、自動交換が可能な構造が好ましい。容器を冷却したり、冷却した棒を一定時間容器内に挿入して湿気分を結露水にして回収する方法も考えられる。また、固体高分子電解質膜を使用した除湿ユニットも利用可能である。この除湿のメカニズムについて図47に示す。この方法は、除湿側空間120の水分子が触媒によって水素と酸素に分解し、所定電圧を印加した固体高分子電解質膜121を介して除湿側空間120の外側、即ち、放湿側空間122に水素を放出して除湿するものである。

固体高分子電解質膜による除湿ユニットの最低構成部品例を図48に示す。陽極123、陰極124、固体高分子電解質膜121、触媒層125は必須の構成部品である。また、各部品組立の特徴としては、陽極123及び陰極124は触媒層125と多孔質な基材とを備える。該基材が固体高分子電解質膜121に食いこんでいると共にこの食いこみ部に上記触媒層が形成されていることにより、固体高分子電解質膜121と多孔性電極129（123、124）と触媒125の一体構造をとること特徴としている。例えば菱彩テクニカ社製のロサール等を用いることができる（図49参照）。

図50に固体高分子電解質膜を用いた除湿ユニットの他の構成例を示す。固定フランジ部127を容器本体1とモールド加工した形状の実施例である。除湿ユニットの有効面積は、正方形、長方形、円形、楕円形、多角形等、いずれの形状をとっても良いが、電極面積に対する、有効面積（処理ガスの接する開口面積）の割合が大きくなるように設計することが望ましく、具体的には少なくとも処理ガスの接する開口面積が電極面積の50%以上99%以下になるように、さらに好ましくは60%以上90%以下に

なるように設計することが望ましい。また処理ガスの接する開口面積と電極面積の比が同じであれば、円形よりも楕円形、正方形より長方形にすることが望ましく、具体的には短軸が長軸の、短辺が長辺の10%以上9%以下になるように設計することが望ましい。固体高分子電解質膜としてはプロトンを伝達するものであればよいが、例えばデュボン社製のナフィオン(Nafion) - 117 (登録商標) 等の公称膜厚約170 μm を用いることができる。またナフィオン115、ダウケミカル社のXUS-13.204.10等を用いても良い。触媒としては性能と耐久性の面から白金または白金黒を用いるのが望ましいが、白金担持カーボンや他の白金金属触媒を用いても良い。多孔性電極129に均一な電圧をかけるために必要な電流端子128はアルミやステンレスなどが望ましい。またパッキンから有機物の脱ガスの少ないPTFE等を用いるのが望ましい。固定フランジは直接処理ガスに接するためプロセスガスによる腐食を受ける可能性のある金属は避け、樹脂製の材質、例えばポリカーボネートを用いることが望ましいが、腐食性ガスを使用しない場合はステンレスでも良い。また外部から電極部を直接接触できない様に固定フランジ若しくは容器本体にガイドを設けることが望ましい。

いずれの方法も、ファンによって容器内の気体が流動することにより、より短時間で除湿が可能になる。本発明の実施に当たっては、機器類を配置可能な手段であればどの除湿手段を用いても良い。また、容器本体またはドアに高純度窒素や不活性ガスあるいは乾燥空気の給気、排気ポートを配置し、容器内空気の置換を除湿器と併用すれば、容器内を低湿度にする時間を削減することが可能になる。

また水分を除去する除湿ユニットとして、除湿器と吸湿性の材料(活性炭、イオン交換体、シリカゲルなど)を併せて搭載するのが好ましい。これは吸湿性の材料を除湿器により常に乾燥させた状態にしておき、吸湿性材料の持つ最も吸湿速度が大きい初期状態を常に保つためである。更に強制的にガスを供給する手段を持つ容器の運用がもっとも短時間で急速に除

k g 中には6～9 gの水を含む計算になる。吸水率を少なくとも0.1%以下の材料で成型することにより、容器内に持ち込まれる水の量を低減することが可能であり、除湿器の性能向上にも寄与する。吸水率0.1%以下の高分子材料は、ポリエチレン<0.01%、ポリプロピレン0.03%、ポリブチレンテレフタレート0.06～0.08%、ポリフェニレンスルフィド0.02%、ポリテトラフルオロエチレン<0.01%、カーボンを20%添加したポリカーボネート0.1%、カーボンを20%添加したポリブチレンテレフタレート0.05%などがある。このうち、基板搬送容器には、耐薬品性、高温特性に優れ、成型収縮率の低いポリフェニレンスルフィドやポリブチレンテレフタレートまたは前記材料にカーボンを添加した材料を用いるのが好ましい。

送風装置には軸流ファン、シロッコファン、スクロールファンなどを用いる。一般的な軸流ファンモータの構造断面を図51に示す。ブラシレスファンモータは、一般的にケーシング611、羽根車612、回転軸613、マグネット614、巻き線615、制御基板616、軸受617から構成されている。前記構成部品のうち、主な汚染発生源は、マグネット614、巻き線615、制御基板616、軸受617及び各部接合に使用する接着剤である。まず、マグネット材料にゴムを使用していたり、フェライト系磁石を接着剤で固着しているものは、ゴムや接着剤が汚染源になり、塩基性ガスや有機物を放出する。巻き線615は、製造工程において銅線の滑りを良くするために用いる潤滑剤や絶縁材などから有機物を放出する。制御基板616からは、銅箔の腐食防止のために塗布するフラックスやソルダ（半田）レジストから有機物を放出する。軸受617からは、潤滑剤として用いる鉱物油系グリスから有機物が、また、転動体や保持器が内輪または外輪と擦れることにより粒子汚染物質を放出する。

例えば、マグネット614、制御基板616、巻き線615に、ポリパラキシリレン樹脂を化学蒸着法により被覆処理するパリレン被覆技

術がある。パリレン被覆は、ジパラキシリレンを低圧下で加熱・昇華させ、約600℃に加熱すると熱分解してパラキシリレンラジカルガスが生成する。これを被着体上に導くことにより分子量約50万の高分子量ポリパラキシリレンを被覆することができる。パリレン被覆は、①処理温度が35℃程度であり、被着体にはほとんど熱的な負荷がかからない、②化学蒸着法なので複雑な形状であったり、金属とプラスチックのような複合材料の被着体に対しても均一な膜厚の被覆が可能、③ガス透過性が極めて低い、④大量に一括被覆処理することにより処理コストを安くできる、⑤市販のファンモータの構成部品に直接被覆ができるため、設計変更が必要無い、といった特徴が挙げられ、化学汚染物質の低減に適した被覆方法といえる。被膜厚さは、0.1μm以上0.5μm以下が適当である。

軸受617は、外輪、内輪、転動体、保持器で構成されている。一般的に外輪、内輪、転動体は、高炭素クロム軸受鋼またはステンレス鋼またはセラミックが、保持器はステンレス鋼やポリアミド樹脂が用いられている。最近では、特殊環境用として、真空用途、低汚塵用途、耐食用途、非磁性用途の軸受が開発されはじめ、1986年頃から市販されるようになってきた。軸受から発生する不純物としては、まず粒子状汚染物質がある。文献によると、軸受から発生する粒子状汚染物質は、保持器が転動体や内外輪と擦れることによって発生するケースが多いという知見が得られている。一方、化学汚染物質は、鉱物油系グリースを用いた軸受がもっとも放出量が多く、フッ素系グリース、フッ素系樹脂固体潤滑材の順に少なくなる。軸受の選定は、放出ガスが最も少ない固体潤滑材と、自己潤滑性を有するポリアミド系樹脂又はフッ素系樹脂を材料にした保持器を組み合わせることで、粒子状汚染物質と化学汚染物質の放出低減を図ることができる。

更に、前記対策をとらないグリスなどを用いた一般的な軸受からの汚染物質の放出を防止する方法として、磁性流体シールを用いることが出来る。

磁性流体は、ベースオイルに例えば界面活性剤を配合し、極微粒子状の磁性粉末を分散させた液体状のものである。ベースオイルとしては、例えばパラフィン、合成イソパラフィン、アルキルナフタリン、パーフルオロエーテルなどが使用される。磁性粒子としては、鉄、ニッケル、コバルト、フェライトなどが用いられる。

磁性流体シールを取り付けた軸流ブラシレスファンモータの回転軸 6 1 3 周辺の拡大断面構造例を図 5 2 に示す。磁性流体シールに必要な部品としては、永久磁石 6 1 9、磁性材料でできた永久磁石保持器 6 2 0、磁性流体 6 2 4 が挙げられ、他の部品としてはスリーブ 6 2 2、軸受と永久磁石保持器を仕切るためのスペーサ 6 2 3 等がある。磁性流体 6 2 4 は、永久磁石 6 1 9 によって発生した磁力線により永久磁石⇒永久磁石保持器⇒磁性流体⇒回転軸⇒永久磁石保持器⇒永久磁石に流れる磁束が形成されており、回転運動による磁性流体の散逸を防止している。軸受 6 1 7 から発生した粒子状、分子状汚染物質は、磁性流体 6 2 4 によってシールされ、汚染物質の放出を防止する。その他、特記事項として、回転軸が磁性体であること、永久磁石保持器が磁性体又は磁性体で被覆されていること、永久磁石保持器を保持するハウジングが非磁性体又は非磁性体材料で被覆されていること、そして磁性流体の近傍に別の磁性体を配置しないことが挙げられる。近傍に別の磁性体が存在する場合は、磁力線を遮るための対策を講じる必要がある。図 5 2 に示す実施例では、2つの軸受の両方に磁性流体シールを用いているが、必要に応じて片側だけにしても良い。

マグネット 6 1 4 からの汚染物質を低減する方法として、プラスチックマグネットを使うことが出来る。プラスチックマグネットは、もともとフェライト焼結マグネットでの割れ防止や、例えばマグネットと羽根車との一体化による部品点数の削減、ファンモータ組み立て工数の削減、寸法精度の向上などを目的として使用している。本発明では前記長所の他に、磁性体を熱可塑性樹脂により一体成形できる点に着目し、化学汚染物質の低減を図っている。磁性体としては、フェライト系、サマリウムコバルト

系などがあるが、必要とする磁束密度に応じて使い分けることができる。

送風装置以外の容器本体 1 内の気体循環方法を図 5 3 に示す。容器 1 外
の加熱源 5 3 0 から、熱を放出し、容器本体に備えられた熱吸収部 5 3 1
が熱を吸収する。例えば赤外線などの熱線を用いることにより容器本体内
では気体が熱吸収部付近では温められるため容器本体 1 内で熱対流が起き
る。容器本体 1 内で発生した気体流れはフィルタ（粒子フィルタ 5、ガス
除去フィルタ 6）と接触し、浄化される。更に容器本体内に除湿ユニット
を備えてもよい。更に気体のウエハ積層方向への均一な流れを形成する整
流板 5 2 1 を備えてもよい。

容器 1 内に乾燥ガスを供給する装置を図 5 4 に示す。乾燥ガスとしては、
乾燥空気や窒素ガスを用いる。前記乾燥ガスを充填した乾燥ガスボンベ 3
8 を装置内に備える。容器本体 1 内に乾燥ガスを入れる際、その管路に、
容器内部の圧力を検知する圧力計 3 7、それを基に、乾燥ガス供給量を制
御するマスフローコントローラ 3 6 を備える。排気は真空引きすると更に
良い。前記乾燥ガスボンベ 3 8 を備えた AGV 1 0 の場合、移動が容易に
なる。又、乾燥ガス供給源を工場の窒素ガスラインから引いてくることに
よりプロセス装置 1 1 にも配置できる。

また、低湿度にすると、ウエハが帯電しやすくなるので、少なくともウ
エハに接するウエハ支持部材とウエハ支持部材から容器下部に接地するド
アは、カーボン等を添加した導電性材料が特に好ましい。更に、ガス状不
純物捕捉素子として用いるイオン交換不織布や活性炭は、製造直後の状態
で水を吸着しているので、予め脱水処理をして使用するのが好ましい。

次に半導体素子の製造方法について説明する。

半導体製造工程は、半導体チップ内のトランジスタ、コンデンサ等の素
子を形成してそれらの素子を銅配線等で結ぶ前工程と、ウエハから各チッ
プを切断して、外部端子へ配線する後工程に分かれる。

図 2 に前工程の一例の工程図を示す。前工程では素子がウエハ上に形成
された後、多層配線の層の数だけ配線工程が繰り返される。トランジスタ

(FET)、コンデンサ等が形成されたシリコンウエハは、その上に絶縁体膜を形成するために、コータまたはCVD等のプロセス装置に搬送される。ここで、誘電率3以下の低誘電率絶縁膜が形成される。

低誘電率絶縁膜としては、SiO_x系等の無機材料例えば多孔質やハニカム形状にしたもの、またはPAE (Poly Arylene Ether) 系やMSQ (Methyl Silses Quioxane) 系の有機材料、更に有機物を多孔質にしたもの等が用いられようとしている。

これらの低誘電率絶縁膜は、水分を吸収しやすく水分を吸収することにより劣化したり、吸収された水分により、絶縁膜の誘電率が上昇してしまったりする。更に、環境中の有機物やイオン、メタルといった不純物の影響をうけて絶縁膜の物性が変化することが想定される。環境の変動により安定した成膜が得られない可能性があるため、安定してクリーンな環境を提供することが必須となる。

そこで、表面に低誘電率絶縁膜が形成されたウエハをすでに説明した基板搬送容器内に収納して、CVD、コータ等の絶縁膜形成装置からレジスト塗布装置の間に搬送する。基板搬送容器としては、既に説明した種々のものが使用可能であるが、基板搬送容器内部には除湿手段を有し、除湿できた方が好ましい。また、基板搬送容器内の空気が循環して除湿手段を通じて除湿されるのが好ましい。基板搬送容器内の湿度は25%以下が好ましく、更には10%以下、更に5%以下が望ましい。

湿度が低くて静電気による素子の破壊が問題になる場合には各ウエハにアースをとるのが好ましい。ウエハを収納するウエハ支持部材を導電性材料で構成し、それらを介してウエハ電荷を除電する。導電性材料としては、高分子材料にカーボン、界面活性剤、メタル等を添加した高分子材料を用いる。例えば、底部にドアを持つ容器では、ウエハ支持部材を支えるのはボックスドアであり、ボックスドアを導電材料で形成する。ボックスが装置やステーション接地時にボックスドアを介して接地する。ボックスドアは全体が導電性材料でも、表層のみ導電性材料でそこからボックスドア底

部へ導電する物体を用いてアースするようにしても良い。またウエハ支持部材を支える部分のみ例えば導電性高分子又は金属材料を用いても良い。

更に、化学汚染が問題になる場合にはケミカルフィルタを基板搬送容器内部に設置するのが好ましい。ケミカルフィルタとしては非メタン系有機物をとるものが望ましく更に、イオンをとるものを組み合わせてもよい。又、粒子汚染も問題になる場合にはHEPA、ULPA等の粒子フィルタを併用してもよい。

図55及び図56は、表面に銅膜が露出している基板Wを収納した基板カセット4を入れて密閉し、密閉した状態で基板カセット4ごと搬送する基板搬送容器1の一例を示すもので、これは、この基板搬送容器1を、一般的なSMIFポッドで構成したものである。ここで、更に、8インチウエハ搬送用基板搬送容器1の内部に、除湿剤等の除湿手段を設けて基板搬送容器1の内部の湿度を制御することで、絶縁膜の劣化を防ぐことができる。この場合、基板搬送容器1の内部の湿度を10%以下に抑えるのが好ましく、5%以下に抑えるのが更に好ましい。なお、湿度が少ない場合に、静電気発生により素子が破壊されるおそれがある場合は、各基板の銅表面にアースをとり、その静電気を逃がして基板を搬送／保管するのが望ましい。

そして、基板搬送容器1の内部に粒子除去フィルタとファンモータを設置して、基板搬送容器1の内部の気体を循環させ清浄化させることで、基板間のクロスコンタミネーションを防ぐことができる。また、基板搬送容器1の内部に化学吸着フィルタと粒子フィルタの両方を設置することで、粒子及びイオン等を除去することができる。なお、粒子フィルタのみを設置したり、化学フィルタとしてイオン除去フィルタのみを使用しても良いことは勿論である。また、基板搬送容器1の内部にファンモータ等を設置した場合には、基板搬送容器1の内部に電池を備えることなく、基板搬送容器1をベース部材等に設置した時に該ベース部材等に設けたコンセントと通電してファンモータが回転するようにしても良い。

また、基板搬送容器 1 の内部は、通常空気で満たされるが、酸素量を制限した不活性ガス等を使用することで、銅の酸化を防止することができる。その酸素量としては、10000ppm 以下であることが好ましく、1000ppm 以下であることが更に好ましい。

図 5 7 乃至図 5 9 は、基板搬送容器 1 の他の例を示すものである。これは、例えば、複数の 300mm 基板 W を基板搬送容器本体 501 の内側に固定した基板支持部材 504 に収納した状態で収容し、搬送・保管等を行なうものである。この基板搬送容器 1 は、角筒状の基板搬送容器本体 501 と、基板搬出入ドア自動開閉装置に連結されて基板搬送容器本体 501 の側面の開口部を機械により開閉可能な基板搬出入ドア 502 と、開口部と反対側に位置し、フィルタ類及びファンモータの着脱を行なうための開口部を覆う蓋体 503 と、基板 W を保持するための基板支持部材 504 と U L P A フィルタ 505、ケミカルフィルタ 506、ファンモータ 507 とから構成されている。

基板搬出入ドア 502 は、機械による開閉が可能であり、基板搬送容器本体 501 の底部には、基板搬出入ドア自動開閉装置への精度の高い位置決めを行なうためのキネマティックカップリングピン 508 と係合する V グローブ 509 が設けられている。基板搬出入ドア 502 には、基板搬出入ドア自動開閉装置側から自動開閉できるように、位置決めピン受け部 510 と、ドア開閉用のラッチキーが挿入される受容部 511 が設けられている。また、O H T (Overhead Hoist Transport) や A G V (Automatic Guided Vehicle) といった搬送装置で搬送できるように、ロボット把持手段 512 が装備されている。材質は、P C、P E E K、P E I 等が用いられている。V グローブ 509、位置決めピン受け部 510 とドア開閉用のラッチキーが挿入される受容部 511、ロボット把持手段 512、その他自動化インターフェイスに関する事項は、S E M I スタンダード E 1. 9、E 4 7. 1、E 5 7、E 6 2 に準拠した設計になっている。

基板搬送容器本体 501 の内部は、基板搬出入ドア 502 及び蓋体 50

3の間に隙間を有する左右一対の基板支持部材504と一体化された仕切板530によって、中央の中央室513aと該中央室513aの両側に位置する一対の側室513bに区画されている。仕切板530の基板搬出入ドア502側には、基板Wに係合するようにドア側に広がるテーパ部を有する基板支持部材504が一体に設けられている。可動式ウエハ振動防止機構515は、ウエハを容器内で固定し、その振動を防止するように、ウエハに対して垂直方向から押さえる。例えば可動式ウエハ振動防止機構515は、基板搬出入ドア502の内側に備えられている。

中央室513aの蓋体503側には、主に粒子を除去することを目的とする粒子除去フィルタを構成するULPAフィルタ505と不純物ガスを除去するガス状不純物捕捉フィルタを構成するケミカルフィルタ506が、蓋体503側から基板搬出入ドア502側に空気を流通可能なように配置されている。一方、捕捉フィルタ506の上流側には、ファンモータ507が基板搬出入ドア502側に空気を送り出すように配置されている。

基板搬出入ドア502の両端部は、内向きに滑らかに湾曲した形状に形成されているとともに、その中央部には、三角形の整流板514が設けられているが、整流板514は省略しても良い。また、基板搬出入ドア502には、基板位置ズレ防止用の固定具515が装備されている。同様に、蓋体503の内面も内向きに湾曲した形状に形成されているとともに、その中央部には、三角形の整流板516が設けられている。また、複数枚の基板Wに対して均一に清浄空気を供給することを目的とした整流板517が、内側の清浄空気吹き出し開口部に隣接して2箇所に取り付けられている。更に、フィルタ部後段に整流板521を設けても良い。整流板521には、多孔板、メッシュ等を用いる。直接処理ガスに接する、多孔板やメッシュや固定フランジは、プロセスガスによる腐食を受ける可能性がある。材料としては金属は避け、樹脂製の材質、例えば弗素系樹脂、ポリブチレンテレフタレート、ポリカーボネートを用いることが好ましい。しかしながら、腐食性ガスを使用しない場合はステンレス材を用いてもよ

い。

ここで、例えば25枚の基板Wを収納した場合、1枚目と25枚目の基板Wと基板搬送容器1の基板搬送容器内壁面との隙間は、他の基板Wどうしの間隔よりも広く設定されている。ここで1枚目とは、容器底部側の一番下に収納される基板を指す。1枚目の隙間は、容器下部内面と1枚目の基板との間隔であり、25枚目の隙間は、容器上部内面と25枚目の基板との間隔である。1枚目及び25枚目の基板の隙間は、2mm以上10mm以下が望ましい。このように広く設定すると、基板Wへの均一な流量供給を阻害するが、清浄空気吹き出し開口部に整流板517を設けることにより、空気入口部において1枚目と25枚目の基板Wとキャリア本体との隙間との流量の均一化を図り、効率的に清浄化を行なうことができるように構成されている。また、ULPAフィルタ505の下流側に、流速の均一化とULPA濾材保護を目的とした多孔板又は網状材料を配置してもよい。

蓋体503の底部には、二次電池を内蔵した電源ユニット518が配設されており、これにはファンモータ507の端子519と接続する接点が設けられている。電源ユニット518の内部には、ファンモータ507の運転制御基板が内蔵されており、ファンモータ507は、この制御基板に予め入力された制御プログラムに沿って運転・停止のタイミングや回転数が制御されるようになっている。また、電源ユニット518の底部には充電用端子520が設けてあり、基板搬出入ドア自動開閉装置上や充電ステーションに着座した時、装置側の端子と接続されて、自動的に二次電池を充電できる構造になっている。

上記のように、基板搬送容器に各種フィルタや二次電池等を搭載すると、基板搬送容器の重心位置がフィルタ側に移動する。重心位置が一方に片寄った状態で、例えばロボット把持手段512を掴んでOHTなどで搬送しようとする、OHTのホイストなどに悪影響を及ぼす恐れがある。このような問題が起らないように、フィルタや二次電池等の部品は軽量化す

ることが望ましい。更に、各種フィルタと反対側に位置する基板搬入ドア502及び／又は基板搬送容器本体501の開口部付近にバランスウェイトを配置し、基板を全て収納した状態で基板搬送容器の重心位置を基板のフェイシャル基準面から少なくとも $\pm 100\text{ mm}$ 以内、更に望ましくは $\pm 60\text{ mm}$ 以内に調整することが望ましい。フェイシャル基準面とは、基板を二等分し、基板の搬入が行われるキャリア前面に平行する垂直面である。別な方法として、例えば基板搬入ドア502に内蔵されるラッチ機構の材料を例えば金属製にして基板搬入ドア502を重くし、重心位置を修正しても良い。即ち、基板搬送容器の水平方向の重心位置は、収納する基板の中心から少なくとも基板半径の90%の半径を持つ円の内側に収まるように、さらに望ましくは基板半径の70%の半径を持つ円の内側に収まるように調整することが望ましい。

図 3 1 に示すように、半導体ウエハ W は、キャリア 4 上の導電材で構成された突起 5 5 0 により支持される。図 6 0 A 乃至図 6 0 H は、基板搬送容器内における半導体ウエハの各種の除電方式を示す。図 6 0 A に示すように、F O U P 構造においてのウエハ除電は容器内でウエハを支える基板支持部材 5 0 4 (図 3 1 における突起 5 5 0 に相当する) を介して装置側へアースする。基板支持部材 5 0 4 は、基板搬送容器本体 5 0 1 を含む一体構造のため、該基板支持部材を含めて一体を導電性材料により構成する。又、基板支持部材 5 0 4 と、基板搬送容器本体 5 0 1 が別部材の場合には、図 6 0 B に示すように、基板支持部材 5 0 4 と基板搬送容器本体 5 0 1 とをそれぞれ導電性部材で構成し、更にこれらを導電性材料 5 2 3 を用いて電氣的に接続する構造にすることが好ましい。更に、図 6 0 C に示すように、容器本体 5 0 1 はその底部 5 0 1 a のみを導電性材料にしてもよい。また、図 6 0 D に示すように、基板支持部材 5 0 4 が接している基板搬送容器部分 5 0 1 b のみ、導電性材料にしてもよい。

第2のFOUP構造基板搬送容器の除電方法は、図60Eに示すように、基板位置ずれ防止用の固定具515とドア502を導電性材料にして、ド

アから容器を載置した装置にアースするものである。又、図60Fに示すように、固定具515のみを導電性材料で形成し、固定具515からアース端子524に接続し、これを容器底部から外部へつながるアースとしてもよい。外部とはプロセス装置、搬送装置などを示す。

第3のFOUP構造の除電方法は、図60Gに示すように、OHTロボット搬送する際の取手であるロボット把持手段512を介してである。基板支持部材504と、フランジ512が導電性材料で一体形成されており、ウエハの電荷は、基板支持部材504からロボット把持手段512を介してOHTにアースGに接続される。又、図60Hに示すように、ロボット把持手段512と基板支持部材504を別部材とし、それらを電氣的に接続するため、容器501の一部501cを導電性材料にしてもよい。更に、ロボット把持手段、基板支持部材に接する容器本体の一部501cのみを導電性材料にしてもよい。

図61乃至図63は本発明の更に他の変形例の基板搬送容器であり、300mmウエハ自動化対応基板搬送容器についてのものである。容器503底部に内蔵された電源ユニット518はモータファン507の端子519と接続する接点が設けられている。電源ユニット518の底部には充電端子520が設けてあり、ウエハ搬出入ドア自動開閉装置上や充電ステーションに着座した時、装置側の端子と接続されて、自動的に2次電池を充電できる構造になっている。また、乾燥ガスの供給と、固体高分子電解質膜による除湿を併用する場合には、乾燥ガスパージポート515は本体1底部に内蔵される。但し、固体高分子電解質膜525の位置、大きさ、個数及び乾燥ガスパージポート515は、希望除湿スピード及び希望到達湿度によって変えることが出来、本発明の実施例・図面に限らない。

図64乃至図66は本発明の自動化対応基板搬送容器についての図61乃至図63とは異なる位置に固体高分子電解質膜を装着したものである。この場合は固体高分子電解質膜自体は本体1底部に内蔵されるので、端子514を介さず本体1から連なる容器503に内蔵された電源ユニット5

18から直流電圧を供給できる。

次に、前記固体高分子電解質膜を用いた除湿ユニット525を搭載した前記基板搬送容器における反復使用時の除湿能力について、図67を参照して説明する。温度22℃で相対湿度40%のクリーンルームで前記基板搬送容器に洗浄した20枚の半導体ウエハの入ったキャリア4を入れ、蓋閉6時間後の到達湿度を測定した。この結果を図中に△印で示す。尚、図の横軸は操作回数であり、縦軸は到達湿度である。比較のためボックス内に乾燥剤を入れた場合の到達湿度のデータも○印で併記した。乾燥剤を入れた基板搬送容器では、15回までは初期の性能、つまり（相対湿度40%から5%の除湿）を維持したが、その後徐々に到達湿度が上昇し、50回以上では20%以下に下がらなかった。一方、固体電解質膜除湿ユニット10を搭載した基板搬送容器は初期の性能（相対湿度40%から10%への除湿）を維持し続けた。

上述した基板搬送容器において、ガス状不純物捕捉フィルタ506は、この実施の形態においては、有機物除去用の粒状活性炭を無機イオン除去用のイオン交換不織布で包んで構成されているが、メディアとしては、破碎活性炭、活性炭素繊維、高純度シリコン、ゼオライト、セラミックや添着活性炭等を用いてもよい。活性炭素繊維は、レーヨン、カイノール、ポリアクリロニトリルや石油、石油ピッチを原料とし、繊維状に賦形された炭素を水蒸気、炭酸ガス等で800℃以上の高温下においてガス化反応、いわゆる賦活反応させることにより得ることができる。活性炭素繊維には、強度維持と発塵防止の目的で吸着に寄与しないバインダー等を入れたものもあるが、素材的にはバインダー等の含有率が50%wt以下、好ましくは30%wt以下が望ましい。

活性炭は賦活の過程で未組織炭素等が除去されることにより、基本結晶間に多数の細孔を有している。この細孔と大きな比表面積により、活性炭は大きな物理吸着性を持つ。この性質を利用して、粒状の活性炭を充填した活性炭フィルタが市販されている。また、エアフィルタ用膜材として、

発塵が少なく、加工性が良く、粒状活性炭よりも細孔が微少で、比表面積の大きな活性炭素繊維を使用したフィルタや、オープンポーラス構造のウレタン発泡体に直径約0.5 mmの粒状活性炭を担持したフィルタも市販されている。

また、半導体基板と同一材料である高純度シリコンを吸着剤として使用することもできる。高純度シリコンの表面状態は親水性と疎水性の2種類あり、それぞれ吸着特性が異なる。一般的に希フッ酸で洗浄した疎水性表面の方が環境に敏感であり、炭化水素に対して極低濃度でも高い吸着特性を示す。しかし、疎水表面シリコンは酸化膜が成長すると親水表面に変わるため、時間と共に吸着特性が変わる欠点がある。親水表面は極性を持った有機物、例えばBHT (2,6-Di-*t*-butyl-*p*-cresol) やDBP (Dibutyl phthalate) をよく吸着する。

また、高純度シリコンを吸着剤に使うと材料の劣化がないので洗浄によるリサイクル可能なフィルタの実現が可能である。また、ケミカルフィルタやULPAフィルタを介しても除去できない物質が存在する場合、ダミーウエハの役割を果たす。いずれも、高純度シリコン単独ではなく、活性炭と組み合わせて使用するのが効果的である。

一方、イオン交換不織布や繊維は、例えば、放射線グラフト重合反応によりイオン交換基を導入することによって得ることができる。すなわち、有機高分子で構成される基材、例えばポリエチレン、ポリプロピレン等のポリマーや綿、羊毛等の天然高分子繊維や織布に、まず電子線やガンマ線等の放射線を照射して多くの活性点を発生させる。この活性点は、非常に反応性が高くラジカルといわれるが、このラジカルに単量体を化学結合させることによって、基材の性質とは別の単量体の持つ性質を付与することができる。

この技術は、基材に単量体を接ぎ足すようになるため、グラフト（接ぎ木）重合と呼ばれる。放射線グラフト重合によって、ポリエチレン不織布基材にイオン交換基であるスルホン基、カルボキシル基、アミノ基等を持つ

つ単量体、例えばスチレンスルホン酸ナトリウム、アクリル酸、アリールアミンなどを結合させると、通常イオン交換樹脂と呼ばれるイオン交換ビーズよりも格段にイオン交換速度の速い不織布のイオン交換体を得ることができる。

同様にイオン交換基を導入可能な単量体であるスチレン、クロルメチルスチレン、グリシジルメタクリレート、アクリロニトリル、アクロレイン等を基材に放射線グラフト重合させた後、イオン交換基を導入しても同様に基材の形状のままでイオン交換体とすることができる。

ULPAフィルタやHEPAフィルタの濾材には、ガラス繊維を使用していたが、ガラス繊維は半導体素子の製造プロセスで使用するフッ化水素(HF)蒸気と反応してBF₃を生成することが判明し、問題になってきた。近年、ボロンや金属等の不純物がなく、酸、アルカリ、有機溶剤等に侵されないPTFE(ポリテトラフルオロエチレン)を濾材に使用したULPAフィルタやHEPAフィルタが製品化されている。ここでは、必要に応じてガラス繊維とPTFEを使い分ければよい。

この基板搬送容器1を、内部に複数の基板Wを収納した状態で、例えば銅めっき装置34の内部に搬入した時の動作を図68を参照して説明する。

この銅めっき装置34には、基板搬出入ドア自動開閉装置が備えられている。銅めっき装置18内は、ファンモータ7とULPAフィルタ5とケミカルフィルタ6と除湿器8で構成されたファンフィルタユニットにより粒子状汚染物、ガス状汚染物質、水を低減している。ケミカルフィルタ6及び除湿器8は必要に応じて設置すれば良い。除湿器8は、エンクロージャ内と外の境界に配置すればどこでも良いが、より積極的に除湿を行なう場合は、ファンモータ7近傍又はエンクロージャの循環経路内のように流速が大きくなる場所に配置するのが望ましい。基板搬送容器1が銅めっき装置34の内部に搬送されて所定の位置に載置され、ゲートバルブ等を介してクリーンルームと遮断されると、基板搬出入ドア自動開閉装置は、基板搬出入ドア602を開放する。その後、ウエハマッピング装置603に

より、ウエハ収納スロットと枚数がソートされる。その後、めっき装置 3 4 内の基板・ハンドリングロボット 6 2 1 により基板 W を取出して処理し、処理の終了した基板 W は、基板搬送容器 1 に戻される。そして、全ての基板 W の処理が終了すると、基板搬出入ドア自動閉開装置により基板搬出入ドア 6 0 2 が閉じられて密閉され、この時点から給電端子 6 0 8 を通じてファンモータ 7 の運転を開始し、基板搬送基板搬送容器内の空気を清浄化する。

図 6 8 に示すように、処理するウエハが取り出されると基板搬出入ドア 6 0 2 が閉じられ、処理待ちのウエハが容器 (P o d) の閉空間内で保管されるようにしてもよい。また、1 ロット処理中基板搬出入ドアの開閉をしない場合は、処理待ちウエハが水分や有機物等の汚染を受けないようにインターフェイス部には U L P A だけでなく、ケミカルフィルタ 6 と除湿剤もしくは除湿器 8 を備えたファンフィルタユニットを搭載することが望ましい。更に、該ファンフィルタユニットは、インターフェイス内を循環させてもよい。また、ドライエアや N_2 による除湿を行ってもよい。

図 6 9 に示すよう、インターフェイス内のクリーン度と、容器 (P o d) 内のクリーン度では、狭空間である容器 (P o d) 内の方が高度である。よって、容器 (P o d) がインターフェイス入口にセットされると、中のウエハは 1 ロットを一度にインターフェイス本体の仮置きカセット 6 0 4 に移載され、ロット処理が済むまで、空容器 (P o d) は扉を閉めた状態で給電端子を通じて給電しながら空運転することにより内部のクリーン度をキープしたまま待機するようにしてもよい。この場合も、図 6 4 に示したシステムと同様に、インターフェイス部には U L P A フィルタだけでなくケミカルフィルタと除湿剤もしくは除湿器を備えたファンフィルタユニットを搭載することが望ましい。更に、該ファンフィルタユニットはインターフェイス内を循環させてもよい。また、ドライエアや N_2 ガスによる除湿を行ってもよい。基板搬出入ドア 5 0 2 が閉じられると、次プロセス装置又は保管庫に O H T や A G V 等によって搬送される。

例えば図57に示す容器(Pod)においては、ファンモータ507は、予め設定されたプログラムに従って運転される。これにより、ファンモータ507からガス状不純物捕捉フィルタ(ケミカルフィルタ)506、ULPAフィルタ505の流れが生じる。中央室513aに流れた空気は、基板搬出入ドア502に設けた整流板514によって滑らかに2つに分岐し、それぞれ側室513bを通してファンモータ507に戻る空気の循環経路が形成される。

ファンモータの運転は、例えば、ドアの開閉を検知する光学的又は機械的検知手段によって検知し、ドア閉止状態時だけ運転するようにしてもよい。ドア開放状態時にファンモータを運転すると、各種汚染物を含んだ容器外空気を吸い込むことによってケミカルフィルタの寿命が短くなるのを防止する目的である。また別の目的として、容器内面が容器外空気の流入によって汚染するのを防止する。

ファンモータ及び/又は、除湿器への給電方法について説明する。外部から電力を供給する装置側は容器が所定の位置に着座するための位置決めピンと、給電電圧及び電流を調整する制御基板と、給電端子とから構成される。

ここで、空気はガス状不純物捕捉フィルタ506とULPAフィルタ505を通過して清浄化され、容器本体と一体化した仕切板530内側の開口部に設置された入口整流板517によって基板Wの隙間に導かれる。入口整流板517を設けることにより、基板Wと基板支持部材504と一体化した仕切板530の隙間に空気が過剰に流れることが防止される。基板Wの間を通過した空気は、整流板514及び基板搬出入ドア502の内面に沿って流れて反転し、側室513bを通してファンモータ507に戻る。

この過程で、各部に付着した粒子等の固形物質あるいはこれから生成するガス状物質は循環 airflow に運ばれ、基板Wの上流側の2種類のフィルタ505、506で清浄化されてから基板Wに流れる。従って、外部からの汚染のみならず、基板搬送容器内部にある物体からのいわゆる自己汚染も防

止される。

気体の流れを発生させる手段がファンであっても、ガスバーグであっても、基板搬送容器内に基板を収納後、再度取り出すまでの間、少なくとも1回好ましくは3回以上循環することが望ましく、収納する基板に要求される環境と基板を収納する前後の容器外環境の汚染度に応じて循環回数を増やせば良い。ファンモータ507の運転パターンとしては、基板搬送容器1の使用状況に応じて適宜の態様が考えられる。一般に、初期には連続的にあるいは流速を大きくして単位時間当たりの循環回数が多くなるように、少なくとも10分間に1回以上、望ましくは1分間に1回以上10回以下循環するような運転にすることが望ましい。こうすることにより積極的に基板搬送容器内部に持ち込まれた汚染物質を除去する運転を行なうことができる。ある程度の時間が経過した後には、流速を小さくしたり、運転を間欠的に行なったりして、収容された基板Wや基板搬送容器内の構成部品から生成する汚染を防止する運転を行なう。これにより、ファンモータ507の消費電力が節約でき、結果として二次電池の充電頻度を少なくすることができる。

基板搬送容器1の幅Wを389.5mm、奥行きDを450mm、高さHを335mmにそれぞれ設定し、300mm基板25枚を収納した場合に、基板Wを含む全重量は約10kgである。この実施の形態では、ファンモータ507を動作させることにより、保持基板搬送容器内において、風量 $0.12\text{ m}^3/\text{min}$ の循環空気を基板Wの隙間中心部の通過風速が 0.03 m/s になるように流すことができるように設定されている。循環風量はファンモータ507を変更することにより増減可能である。

図70A及び図70Bは、基板搬送容器1の一実施例を示すもので、前記に示す例と異なる点は、基板Wのサイズが200mmであること、機械化インターフェイス用のドア2が基板搬送容器1の底部に位置すること、及び基板Wが基板カセット4に収納した状態で基板搬送容器1に収容されることである。この基板搬送容器1内の空気清浄方法は、上記各実施例と

同様である。なお、この例では、ファンモータ 7 の駆動用二次電池及びファンモータ制御回路をボックスドア 2 に内蔵している。

図 7 1 も、本発明の基板搬送容器の一実施例を示す図である。この実施の形態は、上記の基板搬送容器に基板の履歴管理用記憶装置（情報処理装置）4 2 9 が取り付けられるように改良したものである。この実施の形態において、ファンモータ 7 から送られた空気は、ガス状不純物捕捉フィルタ 6、ULPA フィルタ 5 を通り、パンチングプレート 2 3 で気流が均一化されてウエハへ供給される。パンチングプレート 2 3 は、開口率を変えて設計している。具体的には、フィルタ直下である上側は開口率を小さくし、下側は開口率を大きくする。これにより、ウエハの積層方向への均一な気流を創り出している。空気はウエハ間を通過後、容器の内壁に沿って再びファンモータ 7 に戻り、容器内を循環換気する。なお、この実施の形態は、代表的な自動化対応搬送容器について示した例であり、履歴管理用記憶装置（情報処理装置）4 2 9 の取付位置を特定するものではない。

基板搬送容器 1 の幅 W を 2 8 3 mm、奥行き D を 3 4 2 mm、高さ H を 2 5 4 mm にそれぞれ設定し、2 0 0 ミリ基板 2 5 枚を収納した場合に、基板 W 及び基板カセット 4 を含む全重量は約 6 k g である。この例では、ファンモータ 7 を動作させることにより、基板搬送容器 1 内において、風量 $0.05 \text{ m}^3/\text{min}$ の循環空気を基板 W の隙間中心部の通過風速が 0.03 m/s になるように流すことができるように設定されている。

銅めっき装置内部に搬入した時の 2 0 0 mm 用基板搬送容器の動作を、図 7 2 を参照して説明する。インターフェイス内のファンフィルタユニット 3 5 のフィルタ等の組合せは、3 0 0 mm ウエハ用の基板搬送容器と全く同じである。基板搬出入ドア 2 とキャリア 4 は、昇降装置によって基板搬送容器本体 1 から分離される。キャリア 4 ごとロット内のウエハ W をインターフェイス側に移載した後、昇降装置 2 0 は上昇し、基板搬出入ドア 2 は容器本体 1 に戻され、容器（Pod）は空のまま 1 ロット処理が済むまで待機してもよい。

また、図 7 3 に示す様に、ロット処理中、基板搬出入ドア 2 はキャリア及び処理していないウエハと共に待機し、容器本体 1 が開いたまま放置される場合、ファンフィルタユニット 3 5 の気流はドア 2、キャリア 4、及びウエハ W だけでなく、容器本体 1 の内部にも供給されるようにすることが望ましい。

表面に低誘電率絶縁膜が塗布されたシリコンウエハを内部に収納した基板搬送容器は、例えば基板搬送容器に取付けられた、ロボット把持手段によりロボットにより把持され、AGV のような搬送装置上に載置される。ロボットアームには、基板搬送容器を把持できたかどうかを検出する検出手段と、脱落を防止するためのロック機構を持つのが望ましい。基板搬送容器が AGV 上の正しい位置に載置され及び／又は給電を必要とする容器であることをセンサによって検知した AGV は、AGV 内のバッテリー又は、外部から給電した電力の一部から、基板搬送容器 1 に給電を行い、基板搬送容器内のモータファン 7 を回して、基板搬送容器内の空気を除湿剤又は電気式除湿器等を通して、循環させることで、基板搬送容器内の湿度やケミカル濃度を一定値以下にコントロールしながら、次のプロセス装置であるコートやエッチャー、あるいは銅めっき装置に搬送する。

気体の流れを発生させる手段がファンであっても、ガスパージであっても、基板搬送容器内に基板を収納後、再度取り出すまでの間、少なくとも 1 回以上循環することが望ましく、収納する基板の要求する環境と基板を収納する前後の容器外環境の汚染度に応じて循環回数を増やせば良い。ファンの消費電力量に制限がない場合は気体の流れは常に循環するようにすることが最も望ましい。尚、ここでいう「収納する基板の要求する環境」とは各工程間の搬送環境として歩留まり悪化原因になる汚染物質、具体的には粒子状物質、イオン、ドーパント、有機物、水分をすべてもしくはいずれかを管理濃度以下に低減した環境を容器内に構築することを意味する。各工程における収納する基板の要求する環境について具体的に以下に説明する。

レジスト塗布装置でレジストをその表面に塗布されたウエハは、アンモニア濃度を低減する必要がある、内部にアンモニアを吸収するためのケミカルフィルタを設置した基板搬送容器によって、コータから露光装置に搬送される。これは、最近使われる化学増幅型レジスト材料として、感度増幅されたものが使われており、このレジストは空気中のアンモニアを吸収、反応して、いわゆるT-トップ現象を生じるからである。基板搬送容器でシリコンウエハを搬送中の基板搬送容器内のアンモニア濃度は、好ましくは $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下、更に好ましくは $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下、更に好ましくは $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下である。

又、アンモニア濃度を低減するのは、基板搬送容器内部のみだけでなく、搬送前後のプロセス装置であるコータ、露光装置、現像装置、エッチング装置内のウエハ上のレジストが曝露される雰囲気である。搬送用ロボットアームを有するウエハ搬送部も含めてこの環境管理を行ってもよい。

絶縁膜エッチング後のレジストは、アッシャーによって取り除かれるものであり、“T-トップ”現象は、考慮する必要がない。従って、エッチング装置からアッシャー装置へのシリコンウエハの搬送、アッシャー装置から金属膜形成装置であるCVD（化学蒸着装置）、めっき装置への搬送においては、基板搬送容器内の湿度のみをコントロールすればよい。更に、エッチング後の絶縁膜溝側面の化学汚染が問題になる場合は、エッチング装置からアッシャー、金属膜形成装置までの搬送を除湿剤又は除湿器に加え、ケミカルフィルタが設置されている基板搬送容器で搬送してもよい。

更に、銅膜がその表面に形成されたシリコンウエハをCVD、めっき装置などの金属膜形成装置からアニール装置を経由して、CMP装置、更にコータ、CVDなどの絶縁膜形成装置へ基板搬送容器で搬送する場合、基板搬送容器1の内部に、除湿器、除湿剤等の除湿手段を設けて基板搬送容器1の内部の湿度を制御することで、酸化膜成長を防ぐことが出来る。この場合、基板搬送容器1の内部の湿度を10%以下に抑えるのが好ましく、5%以下に抑えるのが更に好ましい。非常にわずかな酸化膜成長も起こさ

ないようにするには、容器の扉２閉後１０分以内に１０％以下に低減することが好ましく、３分以内１０％さらに好ましくは５％以下に低減することが好ましい。また、クリーンルーム運用時間の短期化の観点からも急速な湿度低減が望ましい。なお、湿度が少ない場合に、静電気発生により素子が破壊されるおそれがある場合は、各基板の銅膜等が形成された表面にアースをとり、その静電気を逃がして基板を搬送／保管するのが望ましい。

逆にイオン除去を優先的にやりたい工程間の搬送での運用、例えばアンモニア濃度を低減する必要がある露光工程等は際限なく除湿するのではなくイオン交換体の性能を発揮できる湿度範囲内に湿度を調整する必要があるので、少なくとも基板搬送容器内の湿度を１０％以上５０％以下で運用するのが望ましい。

いずれにせよ、各工程における管理濃度以下に低減した環境を容器内に構築することが重要であるが、実際工場の各装置(装置前棚を含む)間を稼動するすべての基板搬送容器の環境制御を行う際は、ファンや除湿ユニット等の電気駆動部の運転条件を送受信できる通信手段を容器に搭載することが望ましい。ファンと除湿ユニットの運転条件をコントロールすることにより所定の湿度環境を構築できることを図７４及び図７５を参照して説明する。

ファンの運転パターンによる湿度コントロール方法の一例を図７４に示す。いずれの場合も、①除湿ユニットを容器（Pod）に２台搭載し、双方連続運転する、②補助吸湿剤との併用を行わない、の共通条件下でファンの運転条件を比較した。その結果、ファンを停止した条件（図中○印で示す）では２０分で到達湿度は約３０％、６０分で約２０％になり、その状態を維持した。また、ファンの間欠条件（３０秒稼動１５０秒停止；図中＊印で示す）では２５分で到達湿度は約２０％、９０分で約１０％になり、その状態を維持した。また、ファン連続運転（図中◆印で示す）では１０分で到達湿度は約２０％、２０分で１０％以下になった。以上の結果より、イオン除去を優先的にやりたい工程において、例えばイオン除去の

置して、その湿度情報に基いて除湿ユニットの運転を自動制御することもできる。

次のプロセス装置では、基板搬送容器を、プロセス装置からAGVに載せるのとは逆の動作を行うことによって、シリコンウエハプロセス装置内に搬入される。基板搬送容器への給電は、基板搬送容器が、プロセス装置におかれ、待機しているときに行ってもよいことは勿論である。

更に、プロセス装置上ではなく、プロセス待機又は、装置前仮置き棚の場所の給電装置の上に基板搬送容器を置いて、給電しながら所要の清浄環境を維持しつつ、プロセス装置の処理順番を待ち、それからプロセス装置に基板搬送容器を搬送してもよいことは勿論である。又、基板搬送容器だけでなく、プロセス装置のロード／アンロード部も、ケミカルフィルタ等による有機物やイオン状汚染物濃度を低減したり、除湿手段によってウエハ雰囲気湿度をコントロールしてもよいことは勿論である。

また、基板搬送容器1の内部は、通常は空気で満たされるが、酸素量を制限した不活性ガス等を使用することで、銅被膜の酸化を防止することができる。その酸素量としては、10000ppm以下であることが好ましく、1000ppm以下であることが更に好ましい。

更に、金属表面のケミカル汚染及び粒子汚染を防ぐため、基板搬送容器1の内部に粒子除去フィルタ5とファンモータ7を設置して、基板搬送容器1の内部の気体を循環させ清浄化させることで、基板間のクロスコンタミネーションを防ぐことができる。また、基板搬送容器1の内部に化学吸着フィルタ6と粒子フィルタ5の両方を設置することで、粒子及びイオン等を除去することができる。なお、粒子フィルタのみを設置するか、化学フィルタとしてイオン除去フィルタのみを使用しても良いことは勿論である。また、基板搬送容器1の内部にファンモータ7等を設置した場合には、基板搬送容器1の内部に電池を備えることなく、基板搬送容器1をベース部材等に設置した時に該ベース部材等に設けたコンセントと通電してファンモータ7が回転するようにしても良い。

この様に、低誘電率絶縁膜と銅配線を組み合わせた半導体チップのチップ内配線工程では、シリコンウエハの表面に成膜された膜の特性によって、要求される基板搬送容器内の雰囲気は異なるので、低誘電率絶縁膜が表面にある工程、レジストが表面にある工程、銅膜等の金属膜が表面にある工程毎に、各々に必要な除湿手段、ケミカルフィルタ等をその内部に設置した基板搬送容器で搬送することが好ましい。

更には、基板搬送容器に除湿手段、ケミカルフィルタ、粒子フィルタを設置した基板搬送容器によって、半導体ウエハの配線工程を全て搬送してもよい。

いずれにせよ、各工程における汚染物質を管理濃度以下に低減した環境を容器内に構築することが重要であるが、実際工場の各装置（装置前棚を含む）間を稼動するすべての基板搬送容器の環境制御を行う際は、ファンや除湿ユニット等の電気駆動部の運転条件を送受信できる通信手段を容器に搭載することが望ましい。

又、基板搬送容器として、既に説明した各プロセスのプロセス装置のデータを基板搬送容器にデータ保存手段を有した基板搬送容器を使用する場合、図76に示すように、全層の配線工程終了後、経由したプロセス装置番号等のプロセスデータを、プロセス管理コンピュータに渡すと共に、チップ内の配線の電気的特性を計測する。そして、プロセス管理コンピュータの方で、配線検査装置からの計測データと、その対象ウエハの経由したプロセス装置のデータを、統計データ等のデータ処理を行い、次のロットの製造にフィードバックする。

上記プロセスデータを、図71に示した基板搬送容器における基板の履歴管理用記憶装置（情報処理装置）429における「基板の履歴管理」と併せて説明する。通常量産工場では各プロセス装置を複数台所有しており、同じ工程の各装置は異なるレシピに設定されていることが多い。そのため、そのロットが製品になるまで繰り返されるプロセスの、各工程のどのプロセス装置にて処理するかを含めた情報を処理した時刻も含め管理すること

を履歴管理という。ここでいうレシピとは、ウエハプロセス処理の制御を行うために設定する、各プロセス装置へのプロセスシーケンス及び制御パラメータ（温度、圧力、ガスの種類及びガス量、時間等の制御目標値）に関する装置個別の処理プログラムのことを意味する。尚、上記記載のプロセス装置とは半導体製造装置のことを指すが、プロセス装置間とは、ロードポート、搬送装置、移載装置、装置前棚、保管庫等を含めた装置間を意味する。基板搬送容器は、洗浄／乾燥され、又、保存データはクリアされ、又、次の処理ロットに使用される。又、図76に示すように、各配線の検査を多層配線の各層の金属配線が終了した段階で行ってもよい。

図77は、本発明の実施形態の基板搬送容器を示す。この基板搬送容器は、フィルタ305、306及びファンモータ307を搭載したフィルタブロック311が容器本体301に対して着脱自在に装着できるようになっている。そして、制御基板309及び2次電池310は電装品ブロック312に搭載され、完全密封して防水仕様になっている。電装品ブロック312のフランジ部312aと、容器本体301のフランジ部301aとは、パッキンまたはOリング315を介して接合し、これにフランジガイド316を用いて接合した状態で挟み込み固定される。フランジガイド316は、図77Dに示すように略コの字型の部品であり、電装品ブロック312を容器本体1に三方から締め付け固定する。また、フランジ部312aと容器本体301のフランジ部301aを挟み込み固定するクランプを用いてもよい。フィルタブロック311は、容器本体内部に突起する爪313により着脱自在に固定される。

基板搬送容器301の洗浄にあたっては、まずフィルタブロック311の爪313による係合を外すことにより、フィルタブロック311を容器本体301から取り外す。電装品ブロック312は、上述したように完全密封した防水仕様になっているので、フィルタブロック311を取り外すことによりそのまま容器本体301を洗浄することができる。なお、電装品ブロック312もフランジガイド316を取り外すことにより着脱自在

である。従って、電装品ブロック 312 を取り外して、代わりにプレートを取り付けフランジガイド 316 で締め付けることにより開口部を密閉することができる。このような状態で容器 301 の洗浄を行ってもよい。また、フィルタ部 311 におけるフィルタの交換は、フィルタブロック 311 を容器本体 301 から外して容易に行うことができる。

図 78 は、本発明の他の実施形態の洗浄が容易な基板搬送容器を示す。この実施形態においては、フィルタ 305、306、モータファン 307、制御基板 309、2 次電池 310、およびこれらを接続するコネクタ等は一体にブロック 318 に固定され、全体として容器本体 301 に対して着脱自在に固定されている。ブロック 318 はフランジ部 318a を備え、フランジガイド 316 により接合固定される。容器本体のフランジ部 301a とケーシング 318 のフランジ部 318a との間には O リングまたはパッキングが介装され、気密に封止される。

容器の洗浄に際しては、フランジガイド 316 を外し、フィルタブロック 318 を取り外す。そして、プレート 319 を装着する。洗浄用プレート 319 の装着は、容器本体のフランジ部 301a にパッキンまたは O リングを介装してプレート 319 を押し当て、これをフランジガイド 316 により締め付け固定する。フランジガイド 316 は、図 77 に示す実施形態と同様にコの字状の形状である。なお、装着を容易にするためにフランジ部に互いにその一部に磁石を混入して仮固定しやすくすることも可能である。

空気浄化機能を搭載した基板搬送容器は水洗等に適さない部品（嫌湿部品）を持つため、従来の基板搬送容器のように丸ごと洗浄機にて洗浄することができない。洗浄するには嫌湿部品を完全密封して防水仕様にすればよいが、嫌湿部品の中でもフィルタは交換する必要があるため容易に着脱可能な構造にする必要がある。そこで、フィルタ部とフィルタ部以外の電装品等の嫌湿部品は別ユニットとし、それぞれの固定は該搬送容器容器本体と別個に行うことにより、フィルタ部だけを容易に外し、他の嫌湿部品

(2次電池および制御基板等)は防水仕様に密封することで該搬送容器に搭載したまま洗浄することを可能にした。

係る構造は、当該基板搬送容器の専用洗浄機を使用する場合には有効であるが、空気浄化機能を搭載しない通常の基板搬送容器の洗浄機を使用することができない。何故ならば、空気浄化機能を搭載するため、寸法が通常の容器と異なってくるからである。その場合、嫌湿部品をフィルタ、電装品、その他を問わずまとめて着脱可能にする必要がある。空気浄化機能を取り除くと、通常の洗浄機に適合する。嫌湿部品を外した後の該搬送容器本体には穴の空いた部分がで、そのまま洗浄機に掛けると容器外に洗剤を撒き散らすことになるため、プレートを容器にセットすることにより汎用基板搬送容器用の洗浄機の使用を可能にした。

嫌湿部品のブロックと容器本体の接合部は容易な着脱と水分のリークを完全に遮断するシール性を兼ね備える必要がある。よって洗浄時にも搭載したままの部品との接合部は上述したようにフランジ形状を持ち、間に面パッキンもしくはOリングを挿入する必要がある。尚、装着を容易にするために互いの一部に磁石を混入し仮固定しやすくすることもできる。以上の洗浄の後に容器を乾燥させる方法としては、ドライガスバージ、温風乾燥真空乾燥、スピン乾燥のいずれをとってもよく、洗浄部品の乾燥後、クリーンな環境下で嫌湿部品との組立を行うことが望ましい。

図84は、本発明の他の実施形態の基板搬送容器構造を示す。本構造の特徴は、基板搬出入用ドア以外の開口部の面積を最小にしたことである。フィルタブロック311を収納するための張り出し部301aが、容器本体301側壁部に一体成型されている。張り出し部301aには、円盤又は、多角形状の除湿ユニット324が着脱可能に配設され、更に除湿ユニット保護カバー326が装着される。電装品ブロック312は清浄性が要求される容器内面から隔離されており、例えばワンタッチフック等で容器本体301外側から固定される。ファンモータや電気式除湿機のような電気駆動部品は、容器本体外側から配線手段325を経由して電装品プロ

ック 3 1 2 と接続される。フィルタ交換は、性能保持の観点から粒子除去フィルタ、ガス除去フィルタ、フィルタケース、送風装置が一体化されたフィルタブロック 3 1 1 の状態で実施するのが好ましい。本構造の場合、他の部品を分解することなく、フィルタブロックだけを交換することが可能である。基板搬送容器洗浄時は、先ず除湿ユニット保護カバー 3 2 6 を取り外す。次に、除湿ユニット 3 2 4 を取り外す。次に、フィルタブロック 3 1 1 を容器本体 3 0 1 内側から取り外し、最後に電装品ブロック 3 1 2 を取り外す。除湿ユニット 3 2 4 の取り外しによって出来た開口部は、洗浄時に閉止栓などで封をしてもよい。

次に、図 7 9 A 乃至図 7 9 C を参照して、給電の対象となる基板搬送容器について説明する。これは、複数の例えば直径が 2 0 0 mm 程度の半導体基板（被処理基板）W を基板カセットに収納した状態で容器 4 1 0 内に收容し、搬送・保管等を行うものである。この基板搬送容器 4 1 0 は、側壁に開口部を有した角筒状の容器本体 1 と、基板搬出入ドア自動開閉装置に連結されて該容器本体の底面の開口部を機械により開閉可能な基板搬出入ドア 2 と、フィルタ類及びファンモータの着脱を行うための開口部を覆う蓋体 3 と、基板を保持するためのカセット 4 と、U L P A フィルタ 5 と、ガス除去フィルタ 6 と、ファンモータ 7 と、除湿ユニット 8 と、ファンモータ 7 及び除湿ユニット 8 の運転用の二次電池と運転制御基板 9 等から構成されている。基板搬送容器 4 1 0 の底面には、基板搬出入ドア 2 を機械で開閉するためのラッチ機構 4 1 1 と位置決め孔 4 1 2 と、二次電池充電端子 4 1 3 とが配置されている。

本実施形態では基板搬送容器側の充電端子 4 1 3 がその底面に配置されているが、端子の位置は必要に応じて側面や上面に配置することも可能である。なお、図 7 9 には、参考までに基板ロット管理用情報記憶装置（情報処理装置）4 1 4 も示してある。また、本実施形態において基板搬送容器の扉の位置は底部に配置されているが、側面や上面に配置されている構造にも適用できる。また、本実施形態においては、基板は水平方向に保持

されているが、垂直方向に保持される場合も同様に勿論適用可能である。

基板搬送容器に搭載された二次電池を充電する給電装置は、前記基板搬送容器 410 を垂直に受容し、装置側と搬送容器側の給電端子が接触して充電及び／又は給電するための例を示すものであり、その概要を図 80A 及び図 80B に示す。この給電装置は、充電系統と、商用電源を所定の電圧に変換後に直接ファンモータや除湿ユニットに電気を供給する系統を有している。商用電源からファンモータや除湿ユニットに電気を供給することにより、長期間の連続運転を可能にする。給電装置は、給電装置本体 415 と、搬送容器の底部四隅を導くためのガイド部材 416 と、ガイド部材と連携して搬送容器を所定の位置に着座させるための位置決めピン 417 と、給電装置本体内部に配置されて搬送容器の有無及び／又は給電の要否を検知する検知手段 418 と、同じく充電装置本体 415 内部に配置され、前記検知スイッチ 418 からの検知情報によって給電コネクタ 419 を昇降させるための端子移動機構 420 と、給電コネクタ 419 と、基板搬送容器を機械的に固定するための固定機構 421 から構成されている。ここでいう給電装置とは、単に充電や受電する充電器だけではなく、充電機能を備えた扉開放装置、一時保管装置、半導体製造装置、自動搬送装置、手動搬送装置、性能検査装置などを全て含むものである。前記構成要素のうち、ガイド部材 417 と、固定機構 421 は必要に応じて省略しても良い。なお、本実施例では基板搬送容器に二次電池を搭載しているが、二次電池を搭載していない基板搬送容器、即ち外部電源のみで稼働する空気清浄器や除湿器を搭載した基板搬送容器においても同様に適用可能である。

本発明の別の実施の形態として、端子を非接触の状態で給電する方法もある。これは、電気カミソリ、電動歯ブラシ、電気自動車の給電方法として実績のある電磁誘導を利用した非接触の方法である。電磁誘導は、外部 AC 電源から給電線又はコイルに流れる電流によって発生する磁束を、受電又はコイルコアでピックアップし、必要とする電力を供給するもので、一種のトランスである。電磁誘導式給電の特徴は、非接触構造にできるた

め端子が摩耗しないこと、スパークが発生しないこと、感電の心配がないこと、及び水気の多い所でも、ショートしないことが挙げられる。概要を図81A及び図81Bに示す。この給電装置は、充電系統と、商用電源を所定の電圧に変換後に直接ファンモータや除湿ユニットに電気を供給する系統を有している。商用電源からファンモータや除湿ユニットに電気を供給することにより、長期間の連続運転を可能にする。給電装置は、給電装置本体415と、搬送容器の底部四隅を導くためのガイド部材416と、ガイド部材と連携して搬送容器を所定の位置に着座させるための位置決めピン417と、給電装置本体内部に配置されて搬送容器の有無及び／又は給電の可否の検知手段418と、同じく充電装置本体415内部に配置され、給電電圧、電流などを制御する制御部422と、給電線又はコイルを有したコネクタ419と、基板搬送容器を機械的に固定するための固定機構421から構成されている。ここでいう給電装置とは、単に充電や受電する充電器だけではなく、充電機能を備えた扉開放装置、一時保管装置、半導体製造装置、自動搬送装置、手動搬送装置、性能検査装置などを全て含むものである。前記構成要素のうち、ガイド部材417と、固定機構421は必要に応じて省略しても良い。なお、本実施例では基板搬送容器に二次電池を搭載しているが、二次電池を搭載していない基板搬送容器、即ち外部電源のみで稼働する空気清浄器や除湿器を搭載した基板搬送容器においても同様に適用可能である。

次に、充電時の各構成要素の動作のうち、接触式給電について図80及び図82を用いて説明する。搬送容器が充電のために各種搬送手段（AGVやOHT等）で給電装置に運ばれてくると、給電装置側のガイド部材416と位置決めピン417により所定の位置に着座する。場合によっては搬送容器固定機構421により搬送容器が装置に固定される。この状態を図82に示す。搬送容器410が着座すると、充電装置本体内部の検知スイッチ418が着座を検知し、及び／又は給電を必要とするかどうかを判断し、給電が必要な搬送容器と判断した場合は、端子移動機構420が作動

する。この端子移動機構の先端に取り付けられたコネクタが搬送容器側の充電端子 411 と接触し、給電を開始する。給電前に端子部がきちんと接触しているかどうかを判断するための通電確認を実施しても良い。充電及び／又は給電が完了するか、基板処理工程の都合により移動する場合は、先ず装置側から払出し情報が給電制御基板に伝達され、給電を停止する。次に給電端子は搬送容器の移動に干渉しない位置まで退避し、搬送容器固定機構 415 が解除され、払出し可能な状態になる。本実施例では給電装置側の給電コネクタが上面に配置されているが、端子の位置を規定するものではなく、必要に応じて側面や上面に配置することも可能である。また、給電端子の移動方向は、垂直方向の移動を規定するものではなく、必要に応じて水平方向や斜め方向、又は垂直方向や水平方向や斜め方向や回転運動などを適宜組み合わせ用いても良い。

次に、充電時の各構成要素の動作のうち、非接触式給電について図 81 及び図 83 を用いて説明する。搬送容器が充電のために各種搬送手段（AGV や OHT 等）で給電装置に運ばれてくると、給電装置側のガイド部材 416 と位置決めピン 417 により所定の位置に着座する。場合によっては搬送容器固定機構 421 により搬送容器が装置に固定される。この状態を図 83 に示す。搬送容器 410 が着座すると、充電装置本体内部の検知スイッチ 418 が着座を検知し、及び／又は給電を必要とするかどうかを判断し、給電が必要な搬送容器と判断した場合は、給電を開始する。給電前に端子部がきちんと通電可能な状態になっているかどうかを判断するための通電確認を実施しても良い。充電及び／又は給電が完了するか、基板処理工程の都合により移動する場合は、先ず装置側から払出し情報が給電制御基板 422 に伝達され、給電を停止する。次に搬送容器固定機構が解除され、払出し可能な状態になる。本実施例では給電装置側の給電コネクタが上面に配置されているが、端子の位置を規定するものではなく、必要に応じて側面や上面に配置することも可能である。また、装置側の給電端子は、接触式と同様に可動式にしても良い。移動方向は、垂直方向、水平方

向、斜め方向、又は垂直方向や水平方向や斜め方向や回転運動などを適時組み合わせて用いても良い。

基板搬送容器の着座検知手段としては、メカニカルスイッチ、近接スイッチ、光電センサ等がある。メカニカルスイッチは、最も一般的な検知手段であり、押しボタン型、ロータリー型、スライド型、ジョイスティック型、トルク型など多種類あり、小型スイッチも市販されている。近接スイッチは、磁界や電界を利用して物体の接近を検知するものである。非接触の検知手段であり、検出物体が金属や非金属である場合に有効である。光電センサは、拡散反射式、ミラー反射式、透過式などがある。拡散反射式は、投光部から出た光が検出物体に当たり、拡散・反射し、反射光の一部が受光部に戻り、動作するものである。ミラー反射式は、投光部から出た光がミラーに反射し、受光部に戻るもので、光を遮る検出物体があると動作するものである。透過式は、投光部と受光部を別々の場所に配置し、投光部と受光部の間を検出物体が遮ることにより検出するものである。上記実施形態では、寸法、形状、価格、信頼性を考慮して、これらの内のいずれかを選択することができる。

コネクタは、嵌め込み式、クリップ式、接触式コネクタがある。嵌め込み式はプラグ部とソケット部を嵌め込む構造で、電源ケーブルや通信ケーブルなどに幅広く使われている。抜き差しが少ない用途では最も確実な接続手段である。クリップ式は、一時的に接続をする場合に多く用いられるもので、導通部をクリップするもので、本実施形態にはあまり適さない。接触式は、一般的にはスプリング部と平板部が点で接触して導通する方法である。コネクタを配置する空間が狭い場合に有効な接続手段である。接触式のスプリング部は、板バネ形状とコイル形状があり、どちらも多種類が製品化されている。本実施形態では、クリップ式を除く上記接続手段が有効であるが、省スペースの観点から見れば、接触式が最も望ましい。

上述したように、空気清浄器及び／又は電気式除湿機を容器に搭載する場合、駆動電源が必要になる。駆動電源は、搬送容器自体に二次電池など

の電源を搭載する方法と、外部から給電する方法の２種類ある。

まず、二次電池を搭載する方法について説明する。搬送容器に電池を搭載する目的は、外部から電源供給が出来ない場合でも空気清浄器及び／又は電気式除湿機を運転し、容器内の汚染物質濃度及び湿度を低レベルに維持することにある。搭載する電池は充放電可能な二次電池、例えば鉛蓄電池、ニッカド電池（Ni-Cd）、ニッケル水素電池（Ni-MH）、リチウムイオン電池（Li-ion）、ポリマー電池などが考えられる。ポリマー電池は固体状又はゲル状のポリマー電解質を使うため、他の電池と違い液漏れの心配が無く、金属缶体が不要になり安全性も向上する。また、形状が自由に設計できる利点がある。この他に、太陽電池の利用も考えられる。太陽電池の使用法としては、直接ファンモータ等を駆動する用途と、搭載している二次電池を充電する用途が考えられる。空気清浄器及び／又は電気式除湿機を搭載した基板搬送容器は、上記二次電池又は、太陽電池又は、二次電池と太陽電池を組合せて使用できる。

充電場所としては、例えばドア開閉装置、搬送装置、保管庫、その他ローカルの専用充電器などが考えられる。二次電池を搭載する場合、搬送容器が長時間滞在する場所だけに充電器を配置すれば済むことである。長時間搬送容器が滞在する場所は、例えばドア開閉装置と保管庫が考えられる。従って、搬送装置による搬送の間だけ二次電池による運転を行なえば良く、万一搬送装置の不具合などによって搬送容器が停滞したとしても、容器内を清浄に保つことができる。

最も一般的な急速充電方法は、図 8 4 に示すフローで行なう。まず予備充電として $0.2 \sim 0.3 \text{ c mA}$ で充電し、この間の電池電圧を確認する。電池電圧が所定の電圧以上であれば急速充電に移行する。次に、最大 1 c mA で急速充電する。急速充電の終点は、単位時間当たりの電池温度上昇率（ dT/dt ）が設定した値に達した時である。これは、電池に流した電気エネルギーが電池温度の上昇として現れた時を充電完了として判断する方法である。急速充電完了時には、電池容量の $80 \sim 90\%$ まで充電

される。続いて、トリクル充電として $1/20 \sim 1/30$ c m A の低電流で充電する。トリクル充電が完了すると、電池容量は100%になる。

一般的な急速充電方法は、次の手順により行う。

- ① $0.2 \sim 0.3$ c m A で充電し、この間の電池電圧を確認する。電池電圧が所定の電圧以上であれば急速充電に移行する。
- ② 最大1 c m A で急速充電する。急速充電の終点は、単位時間当たりの電池温度上昇率 (dT/dt) が達成した値に達した時である。急速充電完了時は電池容量の80~90%まで充電される。
- ③ $1/20 \sim 1/30$ の低電流で充電する。トリクル充電が完了して、電池容量は100%になる。

更に電池保護と正確な電池残量を表示するための容器側制御部を図85に示す。この装置は、容器側に図85の情報処理機能を持った制御基板を、充電器側には図86に示す情報処理機能を持った制御基板を持つ。容器側の「測定結果入出力部」は、電池容量とファンモータ及び/又は電気式除湿機の運転時間、電力消費率などが入力され、次に「制御演算部」で必要なデータに演算処理され、電池容量、消費電力積算値などの情報として「メモリ」に格納される。「運転制御信号入出力部」は、容器固有のID番号、ファンモータ及び/又は電気式除湿機の運転パターンなどの運転条件が入力され、「メモリ」に格納される。「メモリ」に格納されている制御演算動作に従い電池の残容量など、容器の運転状態を出力する。「インターフェイス部」は、有線または無線で充電器と接続された場合に、「メモリ」に格納された情報を充電器に転送する機能を有する。

充電器側の「インターフェイス部」は、容器が充電器に接続された場合に、容器側の「メモリ」に格納された容器固有のID番号や消費電力積算値などの情報が入力され、「制御演算部」で必要なデータに加工され、充電時間等の様々な情報として「メモリ」に格納される。「充電制御回路部」は、「メモリ」に格納されている充電時間などの様々な情報や、「インターフェイス部」を介して容器側の「測定結果入出力部」から出力される電圧または

電流等の情報も含めた制御演算動作で電池の充電を行う。

即ち、この方法は、容器側の制御基板によって電池残量や運転時間、消費電力積算値が情報として「メモリ」に格納されるため、より正確な電池残量が表示できる。また、電池容量を常に演算しているため、二次電池の過充電による性能劣化を防止することができる。また、充電器側は、容器側の二次電池の残容量から最短の充電時間を演算し、表示することができる。

次に電気系統構成について説明する。例えば、二次電池を充電するための充電系と空気清浄器及び／又は電気式除湿機を運転するための給電系と一緒にした場合、空気清浄器及び／又は電気式除湿機の運転電力は、常に二次電池から消費される。この方法では、二次電池の充放電が繰り返され、結果として寿命を縮めてしまう。容器が専用充電器に接続している時は、充電系と給電系を独立させることが好ましい。充電系と給電系を独立させることにより、容器が充電装置に接続されている時は、二次電池は充電されるだけになり、電池の長寿命化が図れる。この効果は、専用充電器に接続されている時間が長ければ長いほど顕著になる。

次に、外部から給電する方法について説明する。空気清浄器及び／又は電気式除湿機の駆動電源を全て外部から供給する目的は、電池を搭載しないことにより重量低減、価格低減を図ることである。基板搬送容器の給電場所としては、例えばドア開閉装置上で待機している時、搬送装置での搬送時、保管庫での保管時、その他ローカルの給電装置での待機時などが好適である。この方法は、容器が動く範囲で給電装置を設ける必要があることであるといった欠点もあるが、容器の軽量化と価格低減が達成できる。

本発明の空気清浄器及び／又は電気式除湿機を搭載した搬送容器は、二次電池を搭載しても、外部電源によって駆動させても良い。

次に、以下、基板搬送容器の他の給電方法例について図面を用いて説明する。

図 8 7 A 乃至図 8 7 C は、容器本体 1 と、二次電池 4 5 1、運転制御基

板 4 5 3、受電端子 4 5 4、反応板 4 5 5 を内蔵又は取り付けたドア 2 と、粒子除去フィルタ 5、ガス状汚染物捕捉フィルタ 6、除湿器 8、送風装置 7、整流板 2 3、接続端子 1 9 で構成された空気清浄器を搭載した基板搬送容器が給電する時の流れを説明するものである。本基板搬送容器を給電するための給電装置は、ポートドア 4 6 3、ポートドア移動装置 4 6 4、搬送容器固定アーム 4 6 5、給電端子 4 6 6、給電端子移動機構 4 6 7、容器識別センサ 4 6 8 などによって構成されている。給電機能を持った装置は、例えばドア開閉装置、保管庫、保管棚、AGV、RGV、PGV、OHS 等の搬送装置、検査装置である。基板搬送容器が給電装置に着座すると、搬送容器固定アーム 4 6 5 で搬送容器を固定すると同時に容器識別センサ 4 6 8 によって給電が必要かどうかを検知し、専用の反応板によって給電が必要と認識されると給電を行なう。給電初期に搬送容器側と給電装置側の端子が正しく接触していることを確認するための導通確認を実施してもよい。搭載するフィルタと除湿器は用途に応じて組合せを変えても良い。また、整流板 2 3 は、無くても良い。容器側面にドアが配置された基板搬送容器の場合は、反応板又は反応シールを容器本体底部に配置しても良い。

図 8 8 A 乃至図 8 8 C は、容器本体 1 と、反応板又は反応シール 4 5 5、ドア開閉検知センサ 4 6 9 を内蔵又は取り付けたドア 2 と、粒子除去フィルタ 5、ガス状汚染物捕捉フィルタ 6、除湿器 8、送風装置 9、整流板 2 3、二次電池 9、運転制御基板 4 5 3、受電端子 4 5 4、ドア開閉検知センサで構成された空気清浄器を搭載した基板搬送容器が給電する時の流れを説明するものである。前記ドア開閉検知センサ 4 6 9 は、ドアの開閉を検知してファンモータ及び／又は除湿器の運転を調整するために取り付けられている。例えばドアが開放状態の時は搬送容器外の汚染した空気を吸い込むのを防止するため、運転を停止したり、ファンモータの回転数を調整したりする。ドアの開閉ではなく、カセット及び／又はウエハの有無を検知して空気清浄器の運転を調整しても良い。又は本基板搬送容器を給電するための給電装置は、ポートドア 4 6 3、ポートドア移動装置 4 6 4、

搬送容器固定アーム 4 6 5、給電端子 4 6 6、給電端子移動機構 4 6 7、容器識別センサ 4 6 8 などで構成されている。給電機能を持った装置は、例えばドア開閉装置、保管庫、保管棚、AGV、RGV、RGV、PGV、OHT 等の搬送装置、検査装置である。基板搬送容器が給電装置に着座すると、搬送容器固定アーム 4 6 5 で搬送容器を固定すると同時に容器識別センサ 4 6 8 によって給電が必要かどうかを検知し、専用の反応板又は反応シールによって給電が必要と認識されると給電を行なう。給電初期に搬送容器側と給電装置側の端子が正しく接触していることを確認するための導通確認を実施してもよい。搭載するフィルタと除湿器は用途に応じて組合せを変えても良い。また、整流板 2 3 は、無くても良い。容器側面にドアが配置された基板搬送容器の場合は、反応板又は反応シールを容器本体底部に配置しても良い。

図 8 9 A は基板搬送容器の搬送状態を示す図であり、図 8 9 B は基板搬送容器の着座状態を示す図であり、図 8 9 C は基板搬送容器のドア下降状態を示す図である。容器本体 1 と、反応板又は反応シール 4 5 5、ドア開閉検知センサ 4 6 9 を内蔵又は取り付けたドア 2 と、粒子除去フィルタ 5、ガス状汚染物捕捉フィルタ 6、除湿器 8、送風装置 7、整流板 2 3、運転制御基板 4 5 3、受電端子 4 5 4、ドア開閉検知センサで構成された空気清浄器を搭載した基板搬送容器が給電する時の流れを説明するものである。前記ドア開閉検知センサは、ドアの開閉を検知してファンモータ及び／又は除湿器の運転を調整するために取り付けられている。例えばドアが開放状態の時は搬送容器外の汚染した空気を吸い込むのを防止するため、運転を停止したり、ファンモータの回転数を調整したりする。ドアの開閉ではなく、カセット及び／又はウエハの有無を検知して空気清浄器の運転を調整しても良い。本基板搬送容器を給電するための給電装置は、ポートドア 4 6 3、ポートドア移動装置 4 6 4、搬送容器固定アーム 4 6 5、給電端子 4 6 6、給電端子移動機構 4 6 7、容器識別センサ 4 6 8 などで構成されている。給電機能を持った装置は、例えばドア開閉装置、保管庫、保管

棚、AGV、RGV、PGV、OHS等の搬送装置、検査装置である。基板搬送容器が給電装置に着座すると、搬送容器固定アーム465で搬送容器を固定すると同時に容器識別センサ468によって給電が必要かどうかを検知し、専用の反応板又は反応シール455によって給電が必要と認識されると給電を行なう。給電初期に搬送容器側と給電装置側の給電端子が正しく接触していることを確認するための導通確認を実施してもよい。搭載するフィルタと除湿器は用途に応じて組合せを変えても良い。また、整流板23は、無くても良い。容器側面にドアが配置された基板搬送容器の場合は、反応板又は反応シールを容器本体底部に配置しても良い。

図90Aは基板搬送容器の搬送状態を示す図であり、図90Bは基板搬送容器の着座状態を示す図であり、図90Cは基板搬送容器のドア下降状態を示す図である。容器本体1と、反応板又は反応シール455、ドア開閉検知センサ469、ガス給気口470、ガス排気口471を内蔵又は取り付け付けたドア2と、粒子除去フィルタ5、ガス状汚染物捕捉フィルタ6、除湿器8、送風装置7、整流板23、運転制御基板453、受電端子454、ドア開閉検知センサ469で構成された空気清浄器を搭載した基板搬送容器が給電する時の流れを説明するものである。前記ドア開閉検知センサ469は、ドアの開閉を検知してファンモータ及び／又は除湿器の運転を調整するために取り付けられている。例えばドアが開放状態の時は搬送容器外の汚染した空気を吸い込むのを防止するため、運転を停止したり、ファンモータの回転数を調整したりする。ドアの開閉ではなく、カセット及び／又はウェハの有無を検知して空気清浄器の運転を調整しても良い。ガス給気口470及び排気口471には逆止弁と粒子除去濾材が内蔵されているが、更にガス状汚染物除去メディアを充填しても良い。本基板搬送容器を給電するための給電装置は、ポートドア463、ポートドア移動装置464、搬送容器固定アーム465、給電端子466、給電端子移動機構467、容器識別センサ468、容器側のガス給気口470及び排気口471と連結してガス置換を行なうための給気導管472及び排気導管4

7 3 で構成されている。給電機能を持った装置は、例えばドア開閉装置、保管庫、保管棚、AGV、RGV、PGV、OHS等の搬送装置、検査装置である。基板搬送容器が給電装置に着座すると、搬送容器固定アーム4 6 5 で搬送容器を固定すると同時に容器識別センサ4 6 8 によって給電が必要かどうかを検知し、専用の反応板又は反応シールによって給電が必要と認識されると給電を行なう。給電初期に搬送容器側と給電装置側の端子が正しく接触していることを確認するための導通確認を実施してもよい。更に、ウエハを装置内に搬入する場合、又は払い出す場合に、給気導管4 7 2、給気口4 7 0、排気口4 7 1、排気導管4 7 3を利用して窒素ガス置換することもできる。搭載するフィルタと除湿器は用途に応じて組合せを変えても良い。また、整流板2 3は、無くても良い。容器側面にドアが配置された基板搬送容器の場合は、反応板又は反応シールを容器本体底部に配置しても良い。ガス給気口及び排気口は容器本体側に配置しても良い。

図9 1は、容器本体1と、ドア開閉検知センサ4 6 9を内蔵又は取り付けしたドア2と、粒子除去フィルタ5、ガス状汚染物捕捉フィルタ6、除湿器8、送風装置7、整流板2 3、二次電池9、運転制御基板4 5 3、受電端子4 5 4、整流器4 7 4で構成された空気清浄器を搭載した基板搬送容器が給電する時の流れを説明するものである。前記ドア開閉検知センサ4 6 9は、ドア2の開閉を検知してファンモータ及び／又は除湿器の運転を調整するために取り付けられている。例えばドアが開放状態の時は搬送容器外の汚染した空気を吸い込むのを防止するため、運転を停止したり、ファンモータの回転数を調整したりする。ドアの開閉ではなく、カセット及び／又はウエハの有無を検知して空気清浄器の運転を調整しても良い。本基板搬送容器を給電するための給電装置は、ポートドア4 6 3、搬送容器固定アーム4 6 5、給電端子4 6 6、給電制御基板4 7 5などで構成されている。給電機能を持った装置は、例えばドア開閉装置、保管庫、保管棚、AGV、RGV、PGV、OHS等の搬送装置、検査装置である。基板搬送容器が給電装置に着座すると、搬送容器固定アーム4 6 5で搬送容器を

固定する。容器識別センサと反応板を追加して、給電が必要かどうかを検知し、専用の反応板又は反応シールによって給電が必要と認識されると給電を行なう要にしても良い。本実施例は非接触給電方式であり、受電端子は線、コイル又はコアである。給電端子も線、コイル又はコアである。整流器474は受電端子454から流れた交流を直流に変換するためのものである。搭載するフィルタと除湿器は用途に応じて組合せを変えても良い。また、整流板23は、無くても良い。

図92は、容器本体1と、ロボット把持手段476と、ドア開閉検知センサ469を内蔵又は取り付けたドア2と、粒子除去フィルタ5、ガス状汚染物捕捉フィルタ6、除湿器8、送風装置7、整流板23、運転制御基板453、受電端子（コイル）454、整流器474で構成された空気清浄器を搭載した基板搬送容器が給電する時の流れを説明するものである。本基板搬送容器を給電するための給電装置は、例えばOHTのような天井搬送装置である。OHTは、図93に示すように、天井に固定されたガイドレール477、ホイスト478、ハンドリングアーム479から構成されており、一般的にリニアモータによって推進力を得る。ガイドレールは少なくとも磁性体480と、給電線481を有している。移動体482は、一次コイル483、垂直方向の荷重を支える車輪484と、水平方向の荷重を支える車輪485と、移動体側給電コイル486を有している。ハンドリングアーム479は、給電コイル487を有しており、給電線481によって移動体側給電コイルを経て、一部は移動体の推進力へ、一部はホイストの巻き上げ力へ、そしてハンドリングアームの給電コイル487から搬送容器側受電コイル454に電気が流れ、整流器474でAC/DC変換され、更に運転制御基板453で所望の電圧に変換されてファンモータ及び/又は除湿器を運転する。容器識別センサと反応板を追加して、給電が必要かどうかを検知し、専用の反応板又は反応シールによって給電が必要と認識されると給電を行なうようにしても良い。搭載するフィルタと除湿器は用途に応じて組合せを変えても良い。また、整流板23は、無く

ても良い。

ドア開閉検知センサの代わりに、カセットの有無を検知するセンサを取り付けても良い。検知センサの取り付け位置は例えばカセット下部、側面、上面、前面が可能であり、どこに取り付けても構わない。カセットの検知方法は機械的センサ、光電式センサ、磁気センサ、近接センサなどがあるが、カセットに直接接触しない、非接触式センサが好ましい。

次に、基板搬送容器の情報管理システムについて図9 4乃至図9 9を参照して説明する。

この実施形態においては、基板搬送容器1にはその内部に収納されたウエハ等に関する情報を蓄積するデータ記憶手段700を備えている。ここでいう内部に収納されたウエハ等に関する情報とは、例えばウエハ枚数、処理状況、処理レシピ、ロットIDを指すが内容物がマスク等の場合はそれに対応した情報である。

図9 4に中央集中管理におけるシステムを示す。ウエハに関する情報を読み取りたい場所に通信アンテナ701を配置し、その場所に到着したデータ記憶手段700の情報はコントローラ702を介しホストコンピュータ703に送られる。現場のそれぞれの製造装置704や容器保管用のストッカー705の制御部もホストコンピュータと連結されており、容器1内部に収納されたウエハに関する情報は瞬時に確認され、製造装置704等の制御部は、容器1内部に保持した情報通りの処理を本体側に指令する。処理が終了するとその情報が新たにデータ記憶手段700に書き込まれ、移動すべき装置へ同じくホストコンピュータの指示を受けた自動搬送ツール（例えばAGVなど）を介して移送される。

一方、現場管理におけるシステムを図9 5に示す。現場には、インターフェイスモジュール707を備え、容器1に備えた情報記憶手段700の情報を読み取ったり書き込んだりする。記憶手段700は、キャリア、容器（Pod）の内容物の処理履歴、その他の情報を記憶するデータ記憶手段である。また、記憶手段700aは、その場で記憶内容の情報を読み取

ることができる。このようにホストコンピュータを介さずに現場でオペレータが容器内部に収納されたウエハ等の情報を確認したり、現場で情報の上書きをすることも可能である。

次に、図 9 6 を参照して、基板搬送容器のフィルタの寿命及び容器の洗浄時期の管理システムについて説明する。

基板搬送容器 1 はフィルタの寿命と容器の洗浄時期を管理するため、駆動部分運転積算時間 γ を蓄積するデータ記憶手段 7 0 0 を備えている。この記憶手段 7 0 0 には、演算手段を設けてもよい。いうまでもないが容器のデータ記憶手段と容器内に収納された内容物の情報を蓄積するデータ記憶手段は共通媒体を用いるのが望ましい。

演算素子に、あらかじめ駆動部分運転積算時間 γ がある値を超えたら洗浄するように、ある値を超えたらフィルタを交換するようにとの演算結果情報が、データ記憶手段 7 0 0 に記憶される。その情報は中央集中管理の場合ホストコンピュータ 7 0 3 から A G V 7 0 6 及び容器洗浄機 7 0 8 へ送られ、容器の洗浄及びフィルタの交換 7 0 9 が可能である。例えば、

$$\gamma = 480 \text{ (h)} \cdots \text{洗浄}$$

$$\gamma = 7200 \text{ (h)} \cdots \text{フィルタ交換}$$

もちろん現場管理の場合では表示部にフィルタ交換、容器洗浄の情報を出力することによりオペレータに伝達することが可能である。

他の管理システム例では、基板搬送容器 1 はそのフィルタの寿命管理の精度を上げるため、単位時間当たりの汚染ガス処理量 α と駆動部分運転積算時間 γ を蓄積するデータ記憶手段 7 0 0 を備えている。この手段には演算素子をつけてもよい。いうまでもないが容器のデータ記憶手段と容器内に収納された内容物の情報を蓄積するデータ記憶手段は共通媒体を用いるのが望ましい。

演算素子に、あらかじめ駆動部分運転積算時間 γ がある値を超えたら洗浄するように、単位時間あたりの汚染ガス処理量 α と駆動部分運転積算時間 γ の積が、ある値 X を超えたらフィルタを交換するように、との演算結

果情報がデータ記憶手段に記憶される。例えば、

$$\gamma = 480 \text{ (h)} \cdots \text{洗浄}$$

$$\alpha \text{ (NH}_3\text{-mg/h)} \times \gamma \text{ (h)}$$

$$= X \text{ (NH}_3\text{-mg)} \cdots \text{フィルタ交換}$$

その情報は中央集中管理の場合、ホストコンピュータ703からAGV706及び容器洗浄機708へ送られ、容器の洗浄及びフィルタの交換時期の確認が可能である。もちろん現場管理の場合ではデータ記憶手段700の表示部にフィルタ交換、容器洗浄の情報を出力することにより、直接オペレータに伝達することも可能である。

更に他の管理システムでは、基板搬送容器はフィルタの寿命管理の精度を上げるため、ガスセンサーを搭載し、ガスセンサー測定値より求めた単位時間当たりの汚染ガス処理量 β と駆動部分運転積算時間 γ を蓄積するデータ記憶手段を備え、演算素子を備えてもよい。いうまでもないが容器のデータ記憶手段と容器内に収納された内容物の情報を蓄積するデータ記憶手段は共通媒体を用いるのが望ましい。

ガスセンサーとしては呈色式ガスモニター、半導体センサー、水晶振動子センサー等が挙げられるがこれに限定するものではない。演算素子に、あらかじめ駆動部分運転積算時間 γ がある値を超えたら洗浄するように、との演算結果情報がデータ記憶手段に記憶される。例えば、

$$\gamma = 480 \text{ (h)} \cdots \text{洗浄}$$

$$\beta = \text{モニター測定値 (NH}_3\text{-mg)} \div \text{測定時間 (h)}$$

$$\beta \times \gamma = X \text{ (NH}_3\text{-mg)} \cdots \text{フィルタ交換}$$

ガスセンサー指示値と測定所要時間から単位時間あたりの汚染ガス処理量 β を演算してデータ記憶手段に記憶させる。そして、それぞれの情報が中央集中管理の場合、ホストコンピュータからAGV及び容器洗浄機へ送られ、容器の洗浄及びフィルタの交換が可能である。もちろん現場管理の場合では表示部にフィルタ交換、容器洗浄の情報を出力することによりオペレータに伝達することも可能である。

$$\alpha \text{ (NH}_3\text{-mg/h)} \times \gamma \text{ (h)}$$

$$= X \text{ (NH}_3\text{-mg)} \cdots \text{フィルタ交換}$$

2 0 0 1 / 1 0 / 1 0 / 1 2 : 0 0

2 0 0 1 / 1 2 / 3 1 / 1 2 : 0 0

各工程における基板搬送容器の環境制御情報（前記容器のデータ）とロットの履歴（内容物の情報）のデータ記憶手段を共通媒体を用いた場合の、基板搬送容器の情報管理システムの運用例を、配線工程におけるフロー図（図 7 6 参照）を用いて説明する。

100

と、そのコーターのレシピとそのロットのこれから行われるべき処理の整合性が確認され、一致した時のみ処理が開始される。レジスト塗布、露光、現像がインターフェイス部で連続している場合、搬送容器1は使用されないで環境制御情報は現像からエッチング間まで空白でよいが、装置トラブル等で緊急避難的に搬送容器にて保管する際は外部からの送信によりT-TOP抑制のため塩基の環境制御を優先的に行うような電気駆動部の運転を行うように記憶内容をデータ記憶手段に書き込む。例えば除湿ユニットは停止もしくは1台だけ稼働させ、ファンを連続もしくは間欠的に運転させる。ロットの履歴（内容物の情報）と製造装置、搬送装置の応答は同じなので、以降のプロセスについては環境制御情報についてのみ説明する。

現像装置とエッチング装置間の搬送は、レジスト塗布、露光、現像工程間ほど塩基の環境制御を優先的に行う必要はない。金属膜形成工程をエッチング、アッシャー、CVD（化学蒸着装置）にて行う場合、工程間はクラスターツール等のマルチチャンバーにより真空のまま枚葉で処理されるため環境制御を必要としない。しかし、金属膜形成工程がエッチング、アッシャー、めっきにて行う際、もしくはマルチチャンバーの故障等で枚葉処理ができない場合、エッチング後の絶縁膜溝側面の化学汚染が問題になる場合は、エッチング装置から金属膜形成装置までの搬送を除湿剤又は除湿器に加え、ケミカルフィルタが設置されている基板搬送容器で搬送する。その場合は水分と酸、有機物のすべてもしくはいずれかの環境制御を優先的に行う。

更に、銅膜がその表面に形成されたシリコンウエハをCVD、めっき装置などの金属膜形成装置からアニール装置を経由して、CMP装置、更にコータ、CVDなどの絶縁膜形成装置へ基板搬送容器で搬送する場合には、基板搬送容器1の内部に、除湿器、除湿剤等の除湿手段を設けて基板搬送容器1の内部の湿度を制御することで、酸化膜成長を防ぐことが出来る。この場合、基板搬送容器1の内部の湿度を10%以下に抑えるのが好ましく、5%以下に抑えるのが更に好ましい。非常にわずかな酸化膜成長も起

こさないようにするには、容器の扉2の開後10分以内に所定の湿度まで低減することが好ましく、3分以内に低減することが更に好ましい。この場合は水分と有機物の環境制御、とくに水分制御を優先的に行うような電気駆動部の運転を行う。例えば除湿ユニットを複数台稼働させファンを連続もしくは間欠的に運転する。

次に、基板搬送容器の情報管理システムの他の実施例について説明する。

この基板搬送容器においては、上述したように、演算素子と、記憶素子と、データの入出力手段とからなる演算処理ユニット558を備えている(図34A、34B参照)。演算処理ユニットは、ファンモータや除湿ユニットといった駆動部品の運転積算時間、故障情報、二次電池の残電圧といった基板搬送容器自体の情報を記憶するだけでなく、外部からの情報書き込みにより単位時間当たりの汚染ガス処理量、駆動部品運転レシピ、必要充電圧、ロットのプロセス履歴管理情報を記憶することが可能である。無論、容器内にガスセンサーを搭載させた場合には書き込み値としてではなく実測値として汚染ガス処理量を演算して記憶することが可能である。尚、以下に記載する様に、粒子状汚染物質除去フィルタ、ガス状不純物捕捉フィルタ、ファンモータは、それぞれ単独の使用、組合せの使用、取り付け位置、および特性は使用するプロセスによりそれぞれ異なってもよい。

汚染物質除去手段を搭載した基板搬送容器は粒子状汚染物質や金属性汚染物質を粒子除去フィルタにより、イオン性汚染物質や有機性汚染物質をガス状不純物捕捉フィルタによりそれぞれ除去する。また、固体高分子電解質膜により水分を分解する除湿手段もしくは除湿剤により水分を除去する。基板搬送容器内の除去対象成分としては、上述したように各種あるが、プロセスごとに除去対象成分は異なるため、必ずしも全ての汚染物質除去手段を搭載する必要はない。例えば、露光後の半導体基板の容器内保管は、粒子状汚染物質と塩基性汚染物質の除去に特化した基板搬送容器であれば良い。また、メタル成膜後の半導体基板は、粒子状汚染物質、有機性汚染物質、水分の除去に特化した基板搬送容器であれば良い。一方、洗

浄後の半導体基板の保管は、むしろ次プロセスが何であるかによって除去対象汚染物質成分が異なる。更に、今後成膜処理を皮切りに新材料の採用が予想され、その材料の採用不採用も環境制御が可能かどうかにより大きく影響されるといわれている。

一方、プロセスによっては処理後の半導体基板からの脱ガスが多く、フィルタの寿命を早めてしまう可能性がある。露光工程で持ち込まれる有機溶媒等の脱ガス等がそれにあたる。従来のロットと基板搬送容器が一对一で対応した運用をしていては、浄化しても意味の無い工程でフィルタの寿命を早めてしまい、肝心な工程でフィルタが寿命を迎えて必要なクリーン度を保てないことも想定される。しかしながら、半導体基板の処理環境に特化した基板搬送容器の使用法を採用する、すなわちプロセスに適合した汚染物質除去手段を搭載した基板搬送容器を各プロセス間の往復に使用することにより、そのプロセス工程間で除去すべき成分の浄化のみを効率的に行うことができる。

従来のロットと基板搬送容器が一对一で対応した運用の場合には、プロセスごとに持ちこまれる汚染ガス種、ガス濃度、除去対象ガス種及び管理濃度が異なるため、浄化機能を十分に維持しているかどうかの管理が困難である。しかしながら汚染物質除去手段を搭載した基板搬送容器を各プロセス間の往復に使用する場合は、プロセスごとに除去対象ガス種とその発生量が明確である。このため、予め各工程の半導体ウエハを保管した際の単位時間あたりのフィルタの汚染ガス処理量 α を測定し、駆動部品の運転積算時間 γ との積がデータ記憶手段に書き込まれたフィルタ交換のしきい値に到達しているかどうかによって、フィルタの交換時期を判断することが好ましい。同様に予め各工程の基板搬送容器の洗浄頻度を決めておけば駆動部品の運転積算時間 γ から洗浄時期を判断することが可能である。

従来のロットと基板搬送容器が一对一で対応した運用の場合には、プロセスごとに持ちこまれる汚染ガス種、ガス濃度、除去対象ガス種及び管理濃度が異なるため、該容器内のガス濃度をガスセンサーで測定するにして

も汚染ガス種ごとのセンサーを搭載する必要があり現実的ではない。しかしながら、汚染物質除去手段を搭載した基板搬送容器を各プロセス間の往復に使用する場合は、プロセスごとに除去対象ガス種が明確であるので、センサーも除去対象ガス種専用センサーのみ搭載すれば良い。ガスセンサー測定値から単位時間あたりのフィルタの汚染ガス処理量 β を測定し、駆動部品の運転積算時間 γ との積がフィルタ交換のしきい値に到達しているか否かによって、フィルタの交換時期を判断することができる。同様に予め各工程の容器洗浄頻度を決めておけば部品運転積算時間 γ から洗浄時期を判断することが可能である。

以下に各プロセスごとの基板搬送容器の汚染物質除去手段の選定およびフィルタ寿命について具体例を述べる。例えば、露光工程を例にとると、該工程後の基板保管における除去対象汚染物質成分は粒子状汚染物質と塩基性ガスであり、有機性汚染物質の除去及び水分の除去機能は不要である。しかも該工程はレジスト溶剤等の有機物を多く用いるため有機性汚染物質除去フィルタを用いるとその寿命を早めることになる。さらに塩基性ガス除去フィルタの性能は湿度に依存するため、水分除去機能の併用は塩基性ガス除去フィルタの寿命を早めることになる。不要な機能を除いて本来必要な機能に特化した専用器としての基板搬送容器の使用では、フィルタへの負荷は、基板搬出入ドア開放時にクリーンルーム環境から入るパーティクル及び塩基性ガスのみである。従って、フィルタは品質保証年数まで交換が不要である。

同様にメタル成膜（Cu）工程を例にとると、該工程後の基板保管における除去対象汚染物質成分は主に粒子状汚染物質と有機性汚染物質と水分である。あえてイオン性汚染物質を除去する必要性はない。該工程終了後の半導体基板からは除去対象成分の脱ガスはほとんど無いので、専用器としての運用では、フィルタへの負荷は基板搬出入ドア開放時にクリーンルーム環境から入る粒子状汚染物質と有機性汚染物質のみである。

他工程については詳細には記載しないがいずれの運用においても、汚染

物質除去手段を搭載した基板搬送容器を各プロセス間の往復に使用した場合にはフィルタ品質保証年数までその交換は不要である。

表1は従来の基板搬送容器をロットと一対一で対応した使用方法と、各プロセス間の往復にのみ使用した使用方法におけるフィルタの寿命比較を示した一例である。基板搬送容器をロットと一対一で対応した使用方法では、清浄化しても意味の無い工程でフィルタ類の寿命を早めてしまい、肝心な工程で必要なクリーン度を保てなくなり交換せざるを得なくなる。しかしながら本発明の使用方法を採用することで、すなわちプロセスに合わせた汚染物質除去手段を搭載した基板搬送容器を各プロセス間の往復に使用することにより、その工程間で除去すべき汚染物質成分の浄化のみを効率的に行うことができる。その結果として、フィルタ寿命を延ばし、且つ半導体基板に付着する汚染物質を最小限とすることができる。

[表1]

プロセス	ロットと一対一運用		プロセス 往復運用
露光	フィルタ 寿命	短寿命原因	フィルタ 寿命
	6ヶ月	洗浄工程からのNH ₃ 汚染により塩基性ガス除去性能が低下	2年以上※
メタル成膜 (Cu)	6ヶ月	有機膜塗布工程からの有機汚染により有機ガス除去性能が低下	2年以上※
メタル配線 (Al)	3ヶ月	R I E工程からの酸性ガス汚染により酸性ガス除去性能が低下	2年以上※
洗浄 (→成膜)	4ヶ月	有機膜塗布工程からの有機汚染により有機ガス除去性能が低下	2年以上※

※：ガス状不純物捕捉フィルタの品質保証年数

図100は、基板搬送容器に搭載した2次電池の充電時間決定のフロー図を示す。前記汚染物質除去手段を備えた基板搬送容器は、モータファン及び除湿ユニット運転用の駆動部を持つため、充電もしくは給電（2次電池への充電または駆動部への電気供給）する必要がある。ロードポートも

しくは装置の前棚に設置する給電ステーションで、常に満充電させていては時間がかかりすぎて装置から戻ってきた半導体ウエーハを収納するタイミングに間に合わない。そこで最後の充電から次の充電までの最長時間もつだけの充電をした時点で充電を停止し、装置から戻ってきた半導体ウエーハの収納タイミングに間に合わせる必要がある。本実施例では給電ステーション 721 に前記汚染物質除去手段を搭載した基板搬送容器 1 が着座すると、電池残電圧 ε を測定し充電を開始する。同時に、インターフェース 701 を介して、プロセス A 装置のコントローラ 702 と通信を行う。そして、次の給電ステーション到着までの時間をクリーンルーム運営時間（搬送、パッチ合わせ時間、オペレータ・装置の待ち時間、メンテナンス時間の合計時間）と実プロセス時間（理論プロセス時間、ロットの搬入・搬出時間、先行ウエーハの条件出し時間、ロット・リンクや品質管理のための時間）の合計時間に安全率を掛けた値から算出する。即ち、

$$\text{充電量} = \text{電池駆動時間} \times \text{消費電力} - \text{電池残電力量}$$

$$\text{電池駆動時間}$$

$$= (\text{実プロセス時間} + \text{クリーンルーム運営時間}) \times \text{安全率}$$

そして、必要充電電圧 ε 分のみ充電を行う。これにより、充電時間の短縮が可能となる。

プロセス A 装置 704a 前の給電ステーション 721a に着座した基板搬送容器 1 はプロセス B 装置 704b 前の給電ステーション 721b で再び充電するまでの時間を駆動できるだけの充電をする必要がある。電池駆動はプロセス A における実プロセス時間とプロセス B 装置前の給電ステーション到着までのクリーンルーム運営時間（搬送、パッチ合わせ時間、オペレーター・装置の待ち時間、メンテナンス時間の合計時間）の合計値に安全率をかけた時間で良い。よって、プロセス A 装置前の給電ステーションが供給すべき充電量は電池駆動時間と消費電力（駆動部品の運転レシビによって異なる）の積から電池残電力量を引いた量になる。尚、この場合の充電方式としては、プラスとマイナスの接続接点を充電器に設けて結合

したり、非接触で相手側コイルに充電電流を励起する方式でも良く、電気二重層コンデンサーを充電する方式等を用いるようにしても良い。また、充電電は搬送装置（例えばAGVやOHT）のレールから行ってもよい。

従来の浄化機能を持たない基板搬送容器は、その殆どが容器内部に収納するロットと一対一に対応して全工程を通して使用されている。基板はベアの状態から製品になるまでに何百工程ものプロセスを経るため、そのロットのプロセス履歴管理情報をバーコード情報や記憶情報として基板搬送容器側に残すことが必要であるためと考えられる。また、各プロセスの所要時間がまちまちであるため、容器の特定プロセスへの偏在が生じる可能性が高いことも挙げられる。しかしながら、各プロセス間の往復のみに特化した基板搬送容器の使用方式では、従来のプロセス履歴管理をそのまま使うことはできない。そこで、搬送・保管するロットのプロセス履歴管理情報を、前工程で用いた基板搬送容器から、次工程で用いる基板搬送容器に転送させることにより、従来のロットと搬送容器が一対一に対応した基板搬送容器の使用方式と同様にロットのプロセス履歴管理を円滑に行うことが可能である。

図 101 は、基板搬送容器のネットワーク管理の概念図を示す。データ記憶手段及び演算手段を備えた基板搬送容器 1 は、充電ステーション 721 に着座して充電を受けると共に、ハブ 723 を介してデータ収集用サーバ（コントローラ）725 及びサーバ 703 と情報交換を行う。情報の交換は各プロセス装置の他、洗浄機 708 とも行われる。個々の汚染物質除去手段を搭載した基板搬送容器は識別 ID（例えば図 34A 及び図 34B 記載の符号 558）をもち、以下の情報を管理する必要がある。

- ① 識別 ID
- ② 単位時間あたりの汚染ガス処理量 α
- ③ ガスセンサーを搭載した場合の単位時間あたりの汚染ガス発生量 β
- ④ 駆動部品運転積算時間 γ
- ⑤ 駆動部品運転条件 δ

- ⑥ 電池残電圧 ε
- ⑦ 必要充電圧 ξ
- ⑧ 駆動部品の故障情報 η
- ⑨ ロットのプロセス履歴管理情報 θ

少なくともこれら9種類の情報を保存する記憶素子を含む演算処理ユニットを基板搬送容器に搭載し、その情報を給電ステーションへ着座した時に伝達する。また、給電ステーションに着座していない時でも、無線を介して直接データ収集用PCへ送受信することにより、基板搬送容器のネットワークを介して管理することができる。ここで、基板搬送容器はプロセス間の往復に使用することを前提としているので、②単位時間あたりの汚染ガス処理量 α 、⑤駆動部品運転条件 δ 、⑦必要充電圧 ξ 等は、通常、プロセスごとに一定の値を入力しておく。また、③ガスセンサーを搭載した場合の単位時間あたりの汚染ガス発生量 β 、④駆動部品運転積算時間 γ 、⑥電池残電圧 ε 、⑧駆動部品の故障情報 η は、容器の個々の情報で経時的に変化する。データ収集用PCより個々の基板搬送容器の記憶素子の内容を読み取ることにより、図101に示すLAN等のネットワークを使えば遠隔地からでも個々の基板搬送容器の状態を確認することができる。

即ち、各基板搬送容器のフィルタ交換時期（ $=\alpha \times \gamma$ 乃至 $\beta \times \gamma$ 値）、洗浄時期（ $=\gamma$ 値）、容器の故障の有無（ $=\eta$ 値）が把握でき、浄化機能を十分持たない容器に保管することによる保管ロットの歩留り低下を防止できる。また、製造装置側の故障やプロセス条件の変更により、②単位時間あたりの汚染ガス処理量 α 、⑤駆動部品運転条件 δ 、⑦必要充電圧 ξ を変更する際も遠隔操作で容器のデータ記憶手段に書き込むことが可能である。この情報の書き込みは、直接データ収集用コントローラ725と基板搬送容器1との送受信を行うことにより、クリーンルーム現場での変更も可能であり、開発段階の条件設定なども容易にできる。

また、個々の搬送容器1の情報を前記ネットワークを用いて搬送容器洗浄機708に送信し、洗浄すべき容器を選択して洗浄することも可能であ

る。また、洗浄と同時にフィルタ交換の必要な個体の選定も可能である。

一方、⑨ロットのプロセス履歴管理情報 θ は、ロットのプロセス推移とともに前工程で使用した基板搬送容器から次工程で使用する基板搬送容器へと転送されることにより、基板搬送容器が内部に収納するロットと一一对応していなくてもそのロットのプロセス履歴把握が可能である。この情報の転送はデータ収集用コントローラ 725 を介さなくても給電ステーションを介して直接行うことが可能であり、通常は自動的に行われる。

尚、本発明の実施の形態は主として底部にドアを持った基板搬送容器について記載したが、前面にドアを持つ F O U P (Front Opening Unified Pod) にも勿論適用可能である。

また、上記実施の形態においては、半導体製造の配線工程に基板搬送容器を使用する例について主に説明したが、本発明は、配線工程に限定されるものではなく、工程条件に特化した環境空間を必要とするすべての半導体製造工程等に適用ができる。本発明によれば、銅配線と比誘電率 3.0 以下の低誘電率絶縁膜を用いた加工線幅 0.18 μm 以下の半導体チップの製造工程において、特に環境気体中の粒子濃度、湿度、有機物濃度、イオン性ガス濃度を少なくとも 1 つ一定値以下に維持する基板搬送容器の構成を提供する。更に、自動化運転された半導体製造工場において、合理的に効率よく運用するための方法を提供する。

尚、以上に基板搬送容器及びその運用方法についての各種の実施例を述べたが、これらの実施例は例示的に述べたものであって、発明の趣旨を制限するものではない。即ち、上記実施例の要素を組み合わせることによって、種々の変形実施例が可能なのは勿論であり、本発明の趣旨を逸脱することなく、種々の変形実施例が可能である。

以上説明したように本発明によれば、銅配線のように高導電率の配線材を使用し、かつ低誘電率の絶縁膜を用いた半導体デバイスの製造等に用いて好適な基板搬送容器およびその運用方法が提供される。従って、半導体基板等の搬送や保管を良好な状態で行える。

特許請求の範囲

1. 複数のプロセス間で基板を搬送する方法において、第1のプロセスの雰囲気から、搬送容器に基板を取込み、該容器内で間歇的又は連続的に水分、粒子状物質、化学物質の少なくとも1つを選択的に除去した気体を流通させ、前記基板に曝露させて保持し、第2のプロセスに前記容器から該基板を導入することを特徴とする基板搬送方法。

2. 前記第1のプロセスは、第2のプロセスと異なる雰囲気であることを特徴とする請求項1記載の基板搬送方法。

3. 前記容器内で流通する気体は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上の粒子が $10\text{個}/\text{m}^3$ 以下、又は、有機物が $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の基板搬送方法。

4. 前記容器内の前記気体の流通状態及び又は雰囲気を任意のパターンで制御することを特徴とする請求項1記載の基板搬送方法。

5. 送気装置及び又は除湿装置の動作を制御し、任意のパターンで前記容器内の環境制御を行うことを特徴とする請求項4記載の基板搬送方法。

6. 前記第1のプロセスにおける雰囲気の情報に基づき、任意のパターンで前記容器内の環境制御を行うことを特徴とする請求項1記載の基板搬送方法。

7. 前記第1のプロセスにおける雰囲気の情報に基づいて、最適な機能を備えた容器を選択して用いることを特徴とする請求項1記載の基板搬送方法。

8. 第1のプロセス装置から取出される基板を取込む密閉可能な基板搬送容器と、該容器内で流通する気体中の粒子状物質を除去するフィルタ、化学物質を除去するフィルタ、水分を除去する除湿装置の少なくとも1つと、前記浄化した気体を流通させる送気装置と、前記基板に前記気体を曝露させて前記基板の状態に合せて前記基板を保持する保持装置とを備えたことを特徴とする基板搬送装置。

9. 前記容器内に処理ガスのセンサを配備したことを特徴とする請求項8記載の基板搬送装置。

10. 前記センサの情報に基づいて、前記送風装置を制御することを特徴とする請求項9記載の基板搬送装置。

11. 基板を収納し、保管または、搬送するための基板搬送容器において、前記容器は容器本体とこれを密閉可能なドアとを備え、吸水率0.1%以下の材質を主要構成材とし、前記容器は直接又は間接的に基板に接触するとともに静電気を容器外に導出することができる導電性部位を有していることを特徴とする基板搬送容器。

12. 前記容器内に気体の流れを基板に案内する整流構造を備えたことを特徴とする請求項11記載の基板搬送容器。

13. 前記ドアの開閉を検知するセンサーを備えたことを特徴とする請求項11記載の基板搬送容器。

14. 前記容器内に基板の存在を検知するセンサを備えたことを特徴とする請求項11記載の基板搬送容器。

15. 前記ドアが、開放している時には、前記容器内の気体を流通させる送気手段の運転を停止することを特徴とする請求項13記載の基板搬送容器。

16. 前記ドアの開鎖と、内部に基板の保持されていることを検知したときのみ前記容器内の気体を流通させる送気装置の運転を行うことを特徴とする請求項14記載の基板搬送容器。

17. 前記容器は、内部空間に内部気体を循環させる送気装置を備えたことを特徴とする請求項11記載の基板搬送容器。

18. 前記容器は、内部空間に内部気体の除湿手段を備えたことを特徴とする請求項11記載の基板搬送容器。

19. 前記容器は、電力を供給する給電手段を有することを特徴とする請求項11記載の基板搬送容器。

20. 前記給電手段は、容器に付設される2次電池であることを特徴

とする請求項 19 記載の基板搬送容器。

21. 前記 2 次電池を充電するための給電系を更に備えたことを特徴とする請求項 20 記載の基板搬送容器。

22. 前記給電手段は、電磁誘導による非接触構造であることを特徴とする請求項 19 記載の基板搬送容器。

23. 前記給電手段は、接点による接触構造であることを特徴とする請求項 19 記載の基板搬送容器。

24. 前記給電手段は、製造装置のロードポート、保管場所、搬送装置の少なくとも 1 つに配備されることを特徴とする請求項 19 記載の基板搬送容器。

25. 前記容器の前記給電手段への着座により給電が開始されることを特徴とする請求項 19 記載の基板搬送容器。

26. 前記容器は、粒子フィルタ、ケミカルフィルタ、除湿装置の少なくとも 1 つと、容器内部で気体を循環させる送気装置とを有することを特徴とする請求項 11 記載の基板搬送容器。

27. 前記フィルタと送気装置とが一体かつ棒状に形成されていることを特徴とする請求項 26 記載の基板搬送容器。

28. 前記フィルタは円筒状であり、その円筒状フィルタの半径方向に気体を流通させることを特徴とする請求項 26 記載の基板搬送容器。

29. 前記フィルタは柱状フィルタであり、該フィルタの長軸方向に気体を流通させることを特徴とする請求項 26 記載の基板搬送容器。

30. 前記フィルタを流通した気体を導くダクト及び又は整流装置を備えたことを特徴とする請求項 26 記載の基板搬送容器。

31. 前記容器は内部に流通する気体の取入口と吐出口を有することを特徴とする請求項 11 記載の基板搬送容器。

32. 前記取入口と吐出口の少なくとも一方に逆流防止機構を設けたことを特徴とする請求項 31 記載の基板搬送容器。

33. 前記取入口に連通するダクト及び又は整流装置を備えたことを

特徴とする請求項 3 1 記載の基板搬送容器。

3 4. ケミカルフィルタと、粒子フィルタ及び又は除湿装置は、前記容器の取入口及び又は吐出口の近傍に配置されたことを特徴とする請求項 3 1 記載の基板搬送容器。

3 5. 前記容器は、水平方向の重心を、収納する基板の中心から少なくとも基板半径の 9 0 %、好ましくは 7 0 % の半径をもつ円内に納めるように調整されることを特徴とする請求項 1 1 記載の基板搬送容器。

3 6. 前記容器は、収納される基板のプロセス雰囲気 に 合 せ た 内部環境を備え、複数のプロセス間で基板の搬送に用いられることを特徴とする請求項 1 1 記載の基板搬送容器。

3 7. 第 1 のプロセス装置から取出される基板を取込む密閉可能な基板搬送容器と、該容器内で流通する気体中の粒子状物質を除去するフィルタ、化学物質を除去するフィルタ、水分を除去する除湿装置の少なくとも 1 つと、前記浄化した気体を流通させる送気装置と、前記基板に前記気体を曝露させて前記基板の状態に合せて前記基板を保持する保持装置とを備え、前記容器は、各容器を識別する I D を備え、コンピュータ装置により履歴管理を行うことを特徴とする基板搬送装置。

3 8. 前記容器は、データ記憶装置を備えたことを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

3 9. 前記容器は、外部からの信号を受信する手段を有し、該信号に基づく該容器内の環境制御を行うことを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

4 0. 前記容器と、プロセス装置の間で情報を送受信して、該容器内の環境制御を行うことを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

4 1. 前記容器に基板のプロセス履歴管理情報を搭載し、容器間で該情報を移転して基板のプロセス履歴管理を行うことを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

4 2. 前記プロセス履歴管理はホストコンピュータのネットワークを

經由して行われることを特徴とする請求項 4 1 記載の基板搬送装置。

4 3. 前記プロセス履歴はプロセス装置に装備されたコントローラにより容器間で移転されることを特徴とする請求項 4 1 記載の基板搬送装置。

4 4. 前記容器の洗浄時期は、前記容器の記憶手段の持つ情報により管理されることを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

4 5. 前記容器のフィルタ交換時期は、処理気体量と運転時間の積から算出することを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

4 6. 前記容器の洗浄時期は、運転時間から推定することを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

4 7. 前記容器に備えた 2 次電池の残量を測定し、必要給電量を充電することを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

4 8. 前記容器の情報を有線もしくは無線で送受信し、複数使用されている基板搬送容器の個々の情報をネットワークを介して管理することを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

4 9. ネットワークを使用してロットのプロセス履歴管理情報を前工程で用いた基板搬送容器から、次工程で用いる基板搬送容器に転送することを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

5 0. 前記容器の洗浄機に、洗浄すべき容器の情報を送信し、該情報に従って前記容器を選択して洗浄することを特徴とする請求項 3 7 記載の基板搬送装置。

5 1. 前記基板表面にレジストが塗布された状態において、前記容器内の雰囲気、アンモニア量を一定値以下に制限することを特徴とする請求項 8 記載の基板搬送装置。

5 2. 前記アンモニア量の制限は、ケミカルフィルタを用いて前記容器内のアンモニアガスを吸着することにより行うものであることを特徴とする請求項 5 1 記載の基板搬送装置。

5 3. 前記容器内の湿度の制限は、前記容器に備えた除湿装置を用いて、前記容器内の水分を除去することにより行うものであることを特徴と

する請求項 8 記載の基板搬送装置。

5 4. 前記容器は、粒子状汚染物質、メタル状汚染物質、イオン性汚染物質、有機汚染物質、水分のうち、除去対象成分を選択的に除去する汚染物質除去手段を備え、前記容器を各プロセス間の往復に使用することを特徴とする請求項 8 記載の基板搬送装置。

5 5. 複数のプロセス間で半導体基板を搬送する方法において、第 1 のプロセスの雰囲気から、搬送容器に前記基板を取込み、該容器内で間歇的又は連続的に水分、粒子状物質、化学物質の少なくとも 1 つを選択的に除去した気体を流通させ、前記基板に曝露させて保持し、第 2 のプロセスに前記容器から前記基板を導入することを特徴とする半導体装置の製造方法。



開示の要約

銅配線と誘電率が3以下のいわゆる低誘電率絶縁膜を組合せた半導体チップ製造工程等に用いて好適な基板搬送容器の使用方法を提供する。

複数のプロセス間で基板を搬送する方法において、第1のプロセスの雰囲気から、搬送容器に基板を取込み、該容器内で間歇的又は連続的に水分、粒子状物質、化学物質の少なくとも1つを選択的に除去した気体を流通させ、前記基板に曝露させて保持し、第2のプロセスに前記容器から該基板を導入する。また、基板を収納し、保管または、搬送するための基板搬送容器において、前記容器は容器本体とこれを密閉可能なドアとを備え、吸水率0.1%以下の材質を主要構成材とし、前記容器は直接又は間接的に基板に接触するとともに静電気を容器外に導出することができる導電性部位を有している。